



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN.....	7
2.1. Objetivo.....	7
2.2. Justificación.....	8
3. MARCO TEÓRICO.....	9
3.1 Productos eléctricos y electrónicos.....	9
3.1.1. Tipología de aparatos eléctricos y electrónicos.....	10
3.1.2. Problemática ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos.....	13
3.1.3. Legislación y normativa ambiental que les afecta.....	15
3.2. Análisis de impactos ambientales.....	19
3.2.1. Metodología de análisis de impacto ambiental.....	19
3.2.2. Análisis de impacto ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos.....	21
3.3. Estudios de Análisis de Ciclo de Vida.....	22
3.3.1. Análisis de ciclo de vida (ACV).....	22
3.3.2. Historia del Análisis de ciclo de vida.....	25
3.3.3. Software para Análisis de ciclo de vida.....	26
4. CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) DE UNA ASPIRADORA CONVENCIONAL.....	29
4.1. Descripción de la aspiradora convencional.....	29
4.1.1. Funcionamiento de la aspiradora.....	29
4.1.2. Evolución de la aspiradora.....	31
4.1.3. Descripción de la aspiradora Solac AS-3200 Turbo Air P.....	32
4.2. Definición del objeto y alcance.....	37
4.2.1. Objeto.....	38
4.2.2. Alcance.....	38
4.3. Requisitos de los datos.....	40
4.4. Revisión crítica.....	41
4.5. Informe final.....	41
4.6. Análisis de inventario.....	41
4.7. Evaluación de impactos del ciclo de vida (EICV).....	45
4.7.1. Evaluación de impactos del conjunto de materiales.....	45
4.7.2. Evaluación de impactos de la aspiradora en su conjunto.....	50
4.7.3. Evaluación de impactos del ciclo de vida de la aspiradora.....	52
4.8. Interpretación de resultados.....	54

5. PROPUESTAS DE MEJORA.....	55
6. CONCLUSIONES.....	57
7. PRESUPUESTO.....	59
7.1. Coste de recursos humanos.....	59
7.2. Coste de recursos materiales.....	60
7.3. Otros costes.....	60
7.4. Presupuesto global.....	61
8. BIBLIOGRAFÍA.....	63

1. INTRODUCCIÓN.

El problema de la contaminación y el cambio climático es hoy en día un tema que preocupa a la mayoría de la sociedad, la concienciación con el medio ambiente es cada vez mayor. Este trabajo es el desarrollo de una inquietud personal que contiene información, así como reflexiones tendentes siempre a mejorar la situación actual.

El impacto medioambiental es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente. El modelo de Desarrollo Sostenible surge por el preocupante deterioro del medio ambiente, y de las relaciones entre los seres humanos, causado por las características del modelo de desarrollo social, técnico y económico que seguimos actualmente, y que puede calificarse de insostenible a medio plazo.

Se define Desarrollo Sostenible como: “aquel que satisface las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Llega a establecerse como un modelo de desarrollo universalmente aceptado en 1987, cuando la Comisión Brundtland publica el informe: Nuestro Futuro Común (Our Common Future).

El concepto clave para el Desarrollo Sostenible es *Responsabilidad*. Todos los ciudadanos van a tener que adoptar una actitud responsable en sus acciones para llevar a cabo un nuevo modelo de desarrollo. Deberán considerar, además de las consecuencias socioeconómicas, las consecuencias medioambientales de sus actos.

Un término más específico dentro del Desarrollo Sostenible es la Ecología Industrial, que se define como “una estructura económica y física y una actitud de los agentes implicados en la sociedad industrial tal que se consigue un equilibrio sostenido con la biosfera”.

La Ecología Industrial consigue que el consumo de materias primas y energía se reduzca hasta unos valores que la biosfera puede reemplazarlos, y que las emisiones de residuos se reduzcan hasta unos valores tales que la biosfera pueda asimilarlos. (Capuz, S & Gómez, T, 2002)

Los ciudadanos generan volúmenes inmensos y crecientes de residuos de todo tipo, miles de toneladas al año, cuya gestión se está transformando en uno de los mayores problemas actuales de la sociedad, esto ha hecho surgir normativas muy diversas, basadas fundamentalmente en el reciclado y reutilización de los materiales ya utilizados.

Sin embargo, un volumen muy significativo de residuos no puede ser reciclado ni reutilizado por motivos diversos, bien porque pueden ser materiales para los que no se encuentren usos adecuados en ese momento, o cuyo empleo represente un riesgo para la salud o para el medio ambiente. Estos últimos son los denominados “residuos tóxicos y peligrosos” (www.uclm.es, 2014).

Actualmente la evolución de la tecnología pone al alcance de las empresas nuevos medios con los que conseguir una importante reducción del consumo de recursos y mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones.

La concienciación ambiental es fundamental a la hora de gestionar cualquier empresa de forma medioambientalmente sostenible.

Los recursos consumidos y los residuos producidos deben minimizarse con el fin de reducir el impacto sobre el medio ambiente, consiguiendo además, una reducción en los costes económicos de explotación de la empresa, este concepto es el denominado Ecoeficiencia (Aranda & Zabalza, 2010).

Las diversas técnicas que existen para alcanzar la ecoeficiencia son:

- Sistemas de Gestión Ambiental (SGMA).
- El Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
- El Ecodiseño.
- La logística inversa.
- La economía de los servicios.
- La Ecología Industrial.

Debido al gran avance de la tecnología en los últimos años, y en particular de los aparatos eléctricos y electrónicos que tendrán gran importancia en el caso de estudio que se realiza, cabe plantearse cuanto perjudica el uso de los aparatos eléctricos y electrónicos y si el uso de estos aparatos, que nos facilitan el día a día y nos ofrecen una gran cantidad de servicios es rentable.

La mayoría de los equipos eléctricos y electrónicos tienen una vida útil reducida, una vez que dejamos de utilizarlos si no les damos un tratamiento adecuado pueden llegar a causar contaminación con grandes consecuencias ecológicas.

Los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos contienen más de mil sustancias diferentes, muchas de las cuales son tóxicas, como plomo, cadmio, arsénico, mercurio, cromo hexavalente y retardadores de llama que crean emisiones de dioxina cuando se queman.

Para el aprovechamiento de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos existen dos opciones (www.ecotic.es, 2014):

- Reutilización: Reparación de los aparatos para alargar su vida útil, es decir, el reacondicionamiento de los diferentes equipos para ser ingresados nuevamente en el mercado.
- Reciclaje: Convertir deshechos en nuevos productos, desmontarlos o triturarlos para aprovechar las distintas partes del equipo.
Algunos de los componentes que se pueden aprovechar son, metales (férreos y no férreos), vidrios y plásticos.

En este trabajo se desarrolla un Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Este es un proceso objetivo, que nos permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de la materia y energía, como las emisiones al entorno, es de gran utilidad para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones, y además para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental (SETAC, 1993).

El ACV incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final. Como vemos en la Figura 1.



Gráfico 1. Evaluación del ciclo de vida útil. (www.proecologia.com, 2014).

La suma de estos impactos representa el efecto total que produce en el ambiente el ciclo de vida del producto. Es interesante realizar un análisis del ciclo de vida para determinar que fases del ciclo, y que materias primas de un aparato eléctrico o electrónico provocan un mayor impacto ambiental.

Además si realizamos un Análisis de Ciclo de Vida de un producto de características similares al que estamos estudiando, se podrán comparar sus impactos ambientales, lo cual sirve para rediseñar productos, teniendo en cuenta el coste de las materias primas y de los recursos energéticos, es decir, productos que sean más respetuosos con el medio ambiente.

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes de cantidad comercializada, recogida, gestionada, valorizada y reutilizada de aparatos eléctricos y electrónicos de los 27 países que conformaban la Unión Europea (UE) en el año 2010, y de España en el año 2010.

Vemos que aunque el porcentaje de cantidad comercializada en España es un 14% mayor que en la Unión Europea, se recoge un 5% menos, pero en España de la cantidad recogida es casi toda gestionada, mientras que la UE no.

El porcentaje de cantidad valorizada y reutilizada es el mismo en España (9%), aunque ambas cantidades son menores que en la UE.

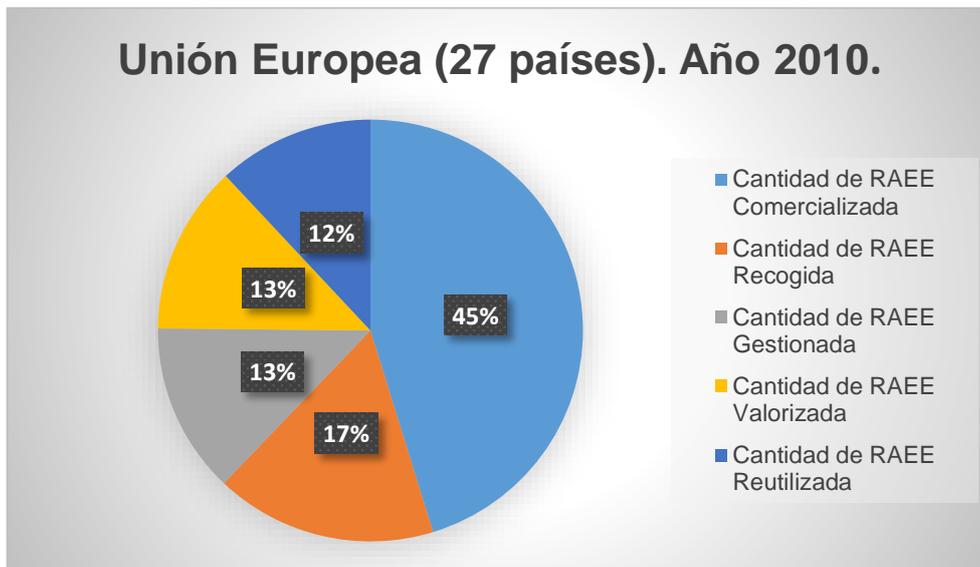


Gráfico 2. Cantidad de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de 27 países de la Unión Europea. (Elaboración propia a partir de datos de Eurostat, 2014).



Gráfico 3. Cantidad de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de España. (Elaboración propia a partir de datos de Eurostat, 2014).

En el mundo se generan más de 40 millones de toneladas de basura electrónica al año, y como hemos dicho anteriormente cuando estos aparatos se desechan, se convierten en unos residuos muy contaminantes (www.pnuma.org, 2014).

La recuperación correcta de sustancias como el bromo, cadmio, fósforo o mercurio, ahorra dinero y recursos en su proceso de extracción, y además produce mucho menos impacto sobre el medio ambiente.

Teniendo en cuenta también que la Legislación ambiental es cada vez más exigente, y no reciclar estos residuos, como lo señala, es un fraude.

2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN.

En este capítulo se va a describir el objetivo y la justificación del trabajo realizado, la justificación se va a realizar desde distintos marcos, marco ambiental, marco legal, marco económico, marco técnico y marco académico.

2.1. Objetivo.

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto que tiene una aspiradora convencional sobre el medio ambiente, para ello, realizamos un Análisis del Ciclo de Vida de la aspiradora que nos dará un informe del impacto que produce durante todo su ciclo de vida, y cuál de las etapas del ciclo (producción, distribución, uso o disposición final) produce un impacto mayor sobre el medio.

Antes de comenzar tenemos que estudiar que normas y leyes de la legislación vigente son las que van a afectar al Análisis del Ciclo de Vida. Una vez hecho esto, despiezamos la aspiradora y estudiamos cada pieza por separado, viendo el material del que está compuesta, su peso, y el proceso de fabricación seguido para su obtención.

Introducimos los datos en el programa informático que utilizaremos para la realización del ACV, el programa llamado SimaPro es una herramienta profesional para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos, asociados a un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, con aplicación al ecodiseño¹, al desarrollo de ecoetiquetas², al cálculo de huellas de carbono³ o huellas hídricas, entre otros.

Aparte de los datos de las piezas, tenemos que introducir también los datos de consumos energéticos (si va conectado a la corriente, si lleva pilas...) y el transporte desde el lugar de fabricación del producto hasta su punto de venta.

Una vez introducidos los datos y mediante las herramientas que posee el programa SimaPro, se obtienen los resultados para cada etapa del ciclo de vida. Con los resultados obtenidos podemos determinar que etapa del ciclo de vida de la aspiradora es más nociva con el entorno y las causas que lo producen.

¹ Ecodiseño: metodología de diseño que permite reducir el impacto medioambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida completo. (Capuz, S & Gómez, T, 2002).

² Ecoetiquetas: símbolos que se otorgan a aquellos productos que cumplen una serie de criterios ecológicos definidos previamente por el Análisis de Ciclo de Vida. (www.encyclopedia_universal.esacademic.com, 2014).

³ Huella de carbono: la huella de carbono permite cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, medidas en emisiones de CO2 equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto (www.huelladecarbono.es, 2014).

2.2. Justificación.

En este punto se va a justificar los distintos puntos de vista de la realización del trabajo.

Marco Ambiental: Los equipos eléctricos y electrónicos se han convertido en aparatos de uso cotidiano, muchos ofrecen servicios básicos, otros sin embargo aunque no sean tan necesarios nos facilitan la vida. Pero la creación de productos más novedosos hace que los ciudadanos los cambien constantemente, esto genera una gran cantidad de residuos. Por eso las empresas tienen que intentar utilizar materiales más respetuosos con el medio ambiente y llevar a cabo el adecuado retiro de sus productos. En el análisis de ciclo de vida realizado en este trabajo se va a estudiar las fases del ciclo de vida de una aspiradora doméstica y seleccionar cuál de ellas produce un mayor impacto ambiental.

Marco Legal: El Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos, y la gestión de sus residuos, establece una serie de normas aplicables a la fabricación del producto y otras relativas a su correcta gestión ambiental cuando se convierten en residuo, además obliga a los productores de aparatos eléctricos y electrónicos adoptar las medidas necesarias para que los residuos de estos aparatos, puestos por ellos en el mercado, sean recogidos de forma selectiva y tengan una correcta gestión cuando se conviertan en residuo.

La fabricación, distribución y retiro de dispositivos viene recogida desde el 27 de enero de 2003 por la directiva 2002/96/CE sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), aunque el Real Decreto 208/2005 entró en vigor el 25 de febrero de 2005, siendo a partir del 13 de agosto de 2005 cuando se exige a todos los productores de aparatos eléctricos y electrónicos el cumplimiento de sus principales obligaciones.

Marco Económico: La correcta gestión de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos y su posible reutilización, produce un ahorro de la cantidad de materias primas y demás recursos. Esto es importante para las empresas ya que, hoy en día, hay muchas empresas que se dedican a la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos, y la competencia hace que tengan que hacer mejoras en sus productos y con el menor coste posible.

Marco Técnico: El uso cada vez mayor de este tipo de aparatos y de las competencias del mercado hace necesaria una constante evolución tecnológica. Buscamos aparatos que integren muchas funciones, que sean más ligeros, tengan menor tamaño, sean silenciosos y más ergonómicos adaptándose a las necesidades del mercado en cada momento.

Marco Académico: Con este trabajo se completan los créditos necesarios para finalizar el Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales por la alumna María Pérez Alcázar, que ha sido realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València a la vez que sirve como Trabajo Fin de Grado.

3. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se van a describir los productos eléctricos y electrónicos, los tipos que existen, la problemática ambiental que conllevan y la legislación y normativa ambiental que les afecta.

En la segunda parte de este capítulo se definirá impacto ambiental, así como las metodologías que existen para llevar a cabo un Análisis de Ciclo de Vida.

3.1 Productos eléctricos y electrónicos.

Antes de explicar la historia de los aparatos eléctricos y electrónicos vamos a explicar cada uno y ver la principal diferencia que existe entre ambos.

Un dispositivo eléctrico es una aparato que utiliza energía eléctrica, alternándola (por transformación, amplificación/reducción o interrupción) para cumplir una tarea específica, mientras que un dispositivo electrónico, es una combinación de componentes electrónicos⁴ organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas. La principal diferencia entre ambos es que los aparatos electrónicos utilizan la electricidad para el almacenamiento, transporte o transformación de información y los aparatos eléctricos no.

El origen de los aparatos eléctricos y electrónicos se remonta al año 1947 con el nacimiento del transistor. El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para producir una señal de salida en respuesta a otra señal de entrada, lo encontramos en todos los aparatos de uso cotidiano como automóviles, radios, ordenadores, etc.

Gracias al desarrollo de los aparatos semiconductores, las prestaciones que se solicitaban a los equipos electrónicos en la década de los cuarenta pudieron ser alcanzadas, hasta ese momento se utilizaban los tubos de vacío, estos son componentes electrónicos utilizados para amplificar, conmutar o modificar una señal eléctrica mediante el movimiento de los electrones en un espacio "vacío" a muy baja presión, o en presencia de gases especialmente seleccionados, pero estos no eran del todo eficaces.

En la segunda mitad del siglo XX el aumento de la complejidad de los dispositivos electrónicos junto con la capacidad de integración de gran cantidad de ellos en muy pequeño espacio, hizo que surgieran continuamente nuevos y sofisticados equipos electrónicos. Se produjo una evolución tan rápida de una tecnología como nunca antes había ocurrido, esto dio lugar a una profunda transformación de nuestra sociedad en un muy breve período de tiempo.

En la década de los años 70 se inicia la que puede ser considerada la tercera revolución tecnológica. Como consecuencia del desarrollo de la electrónica de los semiconductores,

⁴ Los componentes electrónicos son elementos básicos con los que se construyen circuitos, y desempeñan las funciones elementales de la electrónica. Estos son las resistencias, condensadores, reóstatos y transformadores.

pero teniendo como detonante la creación en 1971 del primer microprocesador por la compañía Intel. Con la aparición del microprocesador se inicia un nuevo modo de organización tecnológica, económica y social.

La tecnología a partir de entonces está cada vez más presente en la vida cotidiana, surgen cada día nuevos aparatos eléctricos y electrónicos para satisfacer necesidades humanas hasta entonces no cubiertas.

3.1.1. Tipología de aparatos eléctricos y electrónicos.

En este apartado vamos a definir los tipos de aparatos eléctricos y electrónicos que existen según la Directiva 2002/96/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo y los materiales de los que están compuestos mayoritariamente los aparatos eléctricos y electrónicos.

El ámbito de la Directiva 2002/96/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de Enero de 2003 los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son aparatos eléctricos o electrónicos, independientemente de que se destinen a uso doméstico o profesional. Además, se consideran aparatos eléctricos y electrónicos, AEE a partir de ahora, incluso los elementos o componentes eléctricos o electrónicos que de manera independiente se destinen a los consumidores, por lo que también ellos deberán cumplir en su totalidad con los requisitos de la directiva.

Según el Anexo IA. Las categorías de aparatos eléctricos y electrónicos que abarca la Directiva 2002/96/CE son 10:

1. Grandes electrodomésticos.
2. Pequeños electrodomésticos.
3. Equipos de TI y telecomunicaciones.
4. Aparatos electrónicos de consumo.
5. Aparatos de alumbrado.
6. Herramientas eléctricas y electrónicas.
7. Juguetes.
8. Materiales médicos (con excepción de todos los productos implantados o infectados).
9. Instrumentos de mando y control.
10. Máquinas expendedoras.

En el Anexo IB, de esta misma Directiva 2002/96/CE se recoge una lista indicativa de productos comprendidos en las categorías que se recogen en el Anexo IA.

1. Grandes electrodomésticos: Grandes equipos refrigeradores, frigoríficos, congeladores, lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, hornos eléctricos, placas de calor eléctricas, hornos de microondas, aparatos de calefacción, calentadores eléctricos, ventiladores eléctricos y aparatos de aire acondicionado.
2. Pequeños electrodomésticos: Aspiradoras, limpiamoquetas, planchas, tostadoras, freidoras, molinillos de café, cepillos de dientes, máquinas de afeitar, relojes, balanzas, secadores para el cabello, cuchillos eléctricos, cafeteras.
3. Equipos de TI y telecomunicaciones: Ordenadores, impresoras, copiadoras, máquinas de escribir eléctricas y electrónicas, calculadoras de sobremesa y de bolsillo, sistemas y terminales de usuario, fax, telefax, teléfonos y contestadores automáticos.
4. Aparatos electrónicos de consumo: Televisores, aparatos de radio, videocámaras, videos, cadenas de alta fidelidad, amplificadores de sonido, instrumentos musicales.
5. Aparatos de alumbrado: Luminarias, lámparas fluorescentes, lámparas de sodio de baja presión, lámparas de filamentos, lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de alta presión y las lámparas de haluros metálicos y otros aparatos de alumbrado.
6. Herramientas eléctricas y electrónicas: Taladros, sierras y máquinas de coser.
7. Juquetes: Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica, consolas portátiles, videojuegos.
8. Material médicos: Aparatos de radioterapia, cardiología diálisis, ventiladores pulmonares, medicina nuclear, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro, analizadores, congeladores.
9. Instrumentos de mando y control: Detector de humos, reguladores de calefacción y termostatos.
10. Máquinas expendedoras: Máquinas expendedoras de productos sólidos, máquinas expendedoras de bebidas y máquinas expendedoras de botellas o latas frías o calientes.

Los AEE están constituidos, básicamente, por tres grandes categorías de sustancias:

- **Sustancias valorizables:** Son aquellos elementos o sustancias que una vez extraídos de los aparatos poseen un cierto valor en el mercado o bien puede obtenerse energía de ellos mediante incineración de los mismos. Las sustancias más valorizables son los metales (férreos y no férreos), ya que existen métodos de recuperación suficientemente experimentados y eficientes y además un buen mercado de materiales reciclados.
- **Sustancias peligrosas:** Tienen que ser necesariamente separadas del equipo y tratadas de modo especial, ya que de no procederse así, constituirían un peligro para la salud pública y/o para el medio ambiente.
- **Sustancias no valorizables pero que no son peligrosas:** Estas sustancias pueden ser enviadas a vertederos normales. Pueden ser consideradas no valorizables por dos razones porque aún no se han desarrollado técnicas de reciclado rentables o bien porque el proceso de extracción de dichas sustancias hasta su aislamiento, es extremadamente dificultoso y/o costoso, lo cual lo hace no rentable.

Los aparatos eléctricos y electrónicos pueden estar constituidos principalmente por algunos de los siguientes componentes: Metales, plásticos (carcasas y piezas de plástico), placas de circuito impreso, componentes eléctricos y electrónicos, circuitos híbridos, vidrio, tubos de rayos catódicos, pantallas de cristal líquido, cables, pilas y baterías, CFCs, HCFCs, HFCs, contrapesos de hormigón, maderas y aglomerados, toners, etc...

En el caso de electrodomésticos de línea blanca, sus elementos constituyentes se incluyen en la siguiente tabla:

Material	% En peso
Metales ferromagnéticos	53,78
Metales no ferromagnéticos	7,22
Termoplásticos	16,65
Elastómeros	1,21
Vidrio	3,71
Componente eléctrico	1,25
Material cable	0,8
Hormigón	12,59
Aglomerado	1,53
Aceite	0,13
Gas refrigerante	0,23
Aislante	1,02
Fibras	0,29
Otros	0,13

Tabla 1. Materiales que componen los electrodomésticos de línea blanca. (www.uca.es, 2014).

3.1.2. Problemática ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos.

En este apartado se van a describir, de una forma genérica los principales problemas de impacto ambiental, tanto globales como locales.

En la última parte se desarrollará la problemática ambiental de los aparatos eléctricos y electrónicos, y las dos normativas que los regulan la directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, de febrero de 2003 y la Directiva 2002/96/CE de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos de agosto de 2005.

Problemas globales del impacto ambiental.

- Cambio climático: Es la modificación del clima (temperatura, precipitaciones, nubosidad) a escala global o regional.
- Agotamiento de la capa de ozono: La capa de ozono es una capa delgada protectora dentro de la atmósfera terrestre que absorbe una gran parte de la luz ultravioleta proveniente del sol. La principal causa de este agotamiento es por uso y emisión de varias sustancias químicas conocidas como Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO), entre las que destacan los gases refrigerantes llamados clorofluorocarbonos (CFC).
- Deforestación: Es el proceso de desaparición de los bosques o masas forestales, fundamentalmente causada por la actividad humana. Talar árboles sin una eficiente reforestación resulta en un serio daño al hábitat y tiene un impacto adverso en la fijación de gas carbónico (CO₂).
- Pérdida de biodiversidad: La biodiversidad hace referencia a la amplia variedad de seres vivos y los patrones naturales que conforman la Tierra. La pérdida de la diversidad amenaza los suministros de alimentos, las posibilidades de recreo y turismo y las fuentes de madera, medicamentos y energía. Además, interfiere negativamente con las funciones ecológicas esenciales.

Problemas locales del impacto ambiental.

- Contaminación atmosférica: La contaminación atmosférica hace referencia a la alteración de la atmósfera terrestre por la adición de gases o partículas sólidas o líquidas en suspensión en proporciones distintas a las naturales que pueden poner en peligro la salud del hombre y la salud y bienestar de las plantas y animales, atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, y generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

- Contaminación del agua: Se dice que el agua está contaminada cuando no puede utilizarse como generalmente se hace debido a que contiene sustancias ajenas a su composición, modificando la calidad de ésta. Las fuentes de contaminación son resultados indirectos de las actividades domésticas, industriales o agrícolas.
- Pérdida de suelo y desertificación: La desertificación es el proceso de degradación del suelo en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del globo, por acción directa de las actividades humanas. La degradación del suelo aparte de por el fenómeno de la desertificación ocurre también por la acumulación de productos tóxicos y los cambios en el uso del suelo.
- Generación de residuos: La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier actividad desarrollada por el hombre. Hoy en día en los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc. se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente. Este es el tema de estudio de este trabajo.
- Contaminación acústica: Se denomina contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Los principales males causados por la exposición a ruido son: la interferencia en la comunicación, la pérdida de la audición, la perturbación del sueño, y el estrés. (www.proecologia.jimdo.com, 2014).

Problemática ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos.

La problemática ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos está regulada por la *Directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.*

Esta directiva conocida mundialmente como RoHs, de las siglas en inglés Restriction of Hazardous substances, restringe significativamente el uso de seis materiales peligrosos, en la fabricación de varios tipos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Estos seis materiales son plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cromo hexavalente (Cr6) y dos sustancias retardantes de llama que contienen bromo: PBB (bifenilo polibromado) y PBDE (éteres de difenilo polibromado).

Esta ley entró en vigor el 1 de julio de 2006 y está principalmente diseñada para reducir el impacto ambiental y de la salud, así como también ayudará a reducir la exposición de sustancias peligrosas en las fábricas.

La Directiva 2002/96/CE de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos, es una ley en vigor desde el 13 de agosto del 2005 en todo el ámbito de la Unión Europea. Pretende promover el reciclaje, la reutilización y la recuperación de estos equipos para reducir su contaminación.

3.1.3. Legislación y normativa ambiental que les afecta.

En este apartado se va a ver la legislación vigente que afecta a los aparatos eléctricos y electrónicos, la cual está publicada en el Boletín Oficial del Estado (BOE), o bien en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE).

Se va a hacer hincapié en el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos, ya que establece unas normas aplicables a la fabricación del producto y otras relativas a su correcta gestión ambiental en su fin de vida, con el fin de reducir la cantidad de estos residuos, y la peligrosidad de los componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos, y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental.

En un segundo bloque, se lista la normativa que regula en Análisis de Ciclo de Vida, metodología de evaluación de impactos que se emplea en este Trabajo Fin de Grado, esta normativa se encuentra recogida en la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Legislación vigente Nacional. Boletín Oficial del Estado.

- *Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.*
- *Real Decreto 2200/1980, de 26 de septiembre, sobre reconversión industrial del sector de fabricación de aparatos electrodomésticos de la llamada línea blanca.*
- *Real Decreto 1326/1995, de 28 de julio, por el que se regula el etiquetado energético de frigoríficos, congeladores y aparatos combinados electrodomésticos.*
- *Real Decreto 219/2004, de 6 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1326/1995, de 28 de julio, por el que se regula el etiquetado energético de frigoríficos, congeladores y aparatos combinados electrodomésticos.*
- *Real Decreto 724/1982, de 26 de marzo, por el que se complementa el 2200/1970, de 26 de septiembre, que sometió a reconversión industrial al sector de Aparatos Electrodomésticos de Línea Blanca.*
- *Real Decreto 219/2004, de 6 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1326/1995, de 28 de julio, por el que se regula el etiquetado energético de frigoríficos, congeladores y aparatos combinados electrodomésticos.*

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos

La Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, modificada en su artículo 9 por la Directiva 2003/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de diciembre de 2003, tiene como objetivos reducir la cantidad de estos residuos y la peligrosidad de los componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental. Para lograr dichos objetivos establece una serie de normas aplicables a la fabricación del producto y otras relativas a su correcta gestión ambiental cuando devenga residuo.

Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos o electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores, usuarios, y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos.

Este Real Decreto, que incorpora al derecho interno las mencionadas directivas, se dicta al amparo de lo establecido en los artículos 1 y 7 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, que faculta al Gobierno para fijar disposiciones particulares relativas a la producción y gestión de determinados tipos de residuos de manera que se facilite su reutilización, reciclado y valorización.

De acuerdo con lo anterior, este real decreto establece medidas de prevención desde la fase de diseño y fabricación de los aparatos eléctricos o electrónicos tendentes sobre todo a limitar la inclusión en ellos de sustancias peligrosas. Se incorpora así lo dispuesto en la Directiva 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos o electrónicos, y se permite, de conformidad con la normativa comunitaria, un período de adaptación en cuya virtud tales restricciones serán definitivamente exigibles a los aparatos que salgan al mercado a partir del 1 de julio de 2006.

Por otra parte, se determina cómo gestionar los aparatos eléctricos o electrónicos para minimizar la afección ambiental de este tipo de residuos con especial consideración de los procedentes de hogares particulares, debido a su porcentaje mayoritario en el cómputo total de residuos de estos aparatos.

En primer lugar, se establece que los últimos poseedores podrán devolver los aparatos, sin coste, a los distribuidores o a las entidades locales que recepcionarán temporalmente los procedentes de hogares particulares y, previo acuerdo voluntario los de uso profesional. Posteriormente, los productores deberán hacerse cargo de ellos y proceder a su correcta gestión. Si éstos no realizan por sí mismos dicha gestión, deberán entregarlos a gestores autorizados o participar en sistemas integrados de gestión en los que pueden intervenir los distintos agentes económicos.

Asimismo, el real decreto concreta las operaciones de su tratamiento, que deben ajustarse a las mejores técnicas disponibles, en el sentido de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, y establece, además, el régimen jurídico dependiendo de las características de las operaciones y la peligrosidad de los componentes que constituyan el objeto de la gestión.

En aplicación del principio «quien contamina paga» el productor debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de los aparatos eléctricos o electrónicos que se pongan en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005. Se prevé, asimismo, la financiación de los costes de gestión de los residuos procedentes de aparatos puestos en el mercado antes de dicha fecha dependiendo de si aquéllos proceden de hogares particulares o de uso profesional.

Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos deberán inscribirse o estar inscritos en el Registro de establecimientos industriales constituido al amparo de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y del Reglamento del Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, aprobado por el Real Decreto 697/1995, de 28 de abril.

Por otra parte, los aparatos que se pongan en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005 se marcarán para identificar a su productor y para constatar que han sido puestos en el mercado después de dicha fecha, y se etiquetarán, además, con el símbolo recogido en el anexo V, indicativo de la necesaria recogida selectiva y diferenciada del resto de basuras urbanas, y según el estándar europeo desarrollado a tal fin.

Por último, se establecen los requisitos técnicos tanto de las instalaciones de recepción, incluso provisional, como los de las instalaciones de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos y se determina la información que los distintos agentes económicos deben remitir a las comunidades autónomas y al Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, así como la que éstos deben enviar al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a la Unión Europea.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 25 de febrero de 2005.

El Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos consta de 13 artículos y 6 anexos contemplados en el Anexo I del trabajo.

Legislación vigente Europea. Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE).

- *Directiva de la Comisión, de 7 de junio de 1982, que incluye adaptación al progreso técnico de la Directiva 76/889/CEE del Consejo referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a las radiointerferencias producidas por los aparatos electrodomésticos, herramientas portátiles y aparatos similares.*

- *Directiva de la Comisión, de 18 de agosto de 1983*, que adopta las medidas previstas en el apartado 3 del artículo 3 de la Directiva 76/889/CEE referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a las radiointerferencias producidas por los aparatos electrodomésticos, herramientas portátiles y aparatos similares, y las de la Directiva 76/890/CEE referente a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros relativas a la supresión de radiointerferencias en los aparatos de iluminación fluorescente con dispositivo de arranque.
- *Directiva de la Comisión, de 2 de junio de 1987*, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva del Consejo 76/889/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las perturbaciones radioeléctricas producidas por electrodomésticos, herramientas portátiles y aparatos similares.
- *Directiva 2003/66/CE de la Comisión, de 3 de julio de 2003*, por la que se modifica la Directiva 94/2/CE, por la que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 92/75/CEE del Consejo en lo que respecta al etiquetado energético de frigoríficos, congeladores y aparatos combinados electrodomésticos.

Las normas de gestión ambiental. AENOR.

Las normas UNE (Una Norma Española), son un conjunto de normas tecnológicas creadas por las comisiones técnicas de normalización, toda la normativa respecto a la gestión ambiental y el análisis de ciclo de vida se encuentra recogido en estas dos normas:

- *UNE-EN ISO 14040:2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.*
- *UNE-EN ISO 14044:2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. (ISO 14044:2006).*

3.2. Análisis de impactos ambientales.

En este capítulo se van a analizar los distintos sistemas de medida del impacto ambiental, así como la evolución que han seguido, desde los indicadores que comunicaban el impacto durante una única etapa del ciclo de vida, hasta indicadores que comunican el impacto del producto durante todo su ciclo de vida, como puede ser el Análisis de Ciclo de Vida.

En la segunda parte se verá el impacto ambiental que tienen los aparatos eléctricos y electrónicos, y cuál es la fase de su ciclo de vida que más impacto tiene sobre el medio.

Lo primero que hay que conocer es el concepto de Impacto Ambiental. El impacto ambiental es una alteración de la calidad ambiental que resulta de la modificación de los procesos naturales o sociales provocada por la acción humana (Sánchez, 1999).

3.2.1. Metodología de análisis de impacto ambiental.

Podemos distinguir tres metodologías de impacto principales, la más sencilla es la matrices de impacto, luego los indicadores medioambientales, y por último el Análisis de Ciclo de Vida.

1. Matrices de impacto.

Las matrices de impacto son herramientas cuantitativas y cualitativas de valoración del producto, son de gran ayuda para la realización de inventario. En ellas se muestran en forma de matriz los aspectos ambientales (consumo de recursos, emisión de residuos) asociados a cada una de las fases del ciclo de vida del producto. De este modo, se permite localizar y cuantificar las etapas del producto donde se observan más impactos y, por tanto, donde a priori será necesario concentrar los esfuerzos y los estudios de mejora.

Los datos incorporados en la matriz pueden ser cualitativos (utilización de materiales tóxicos o presentes en "listas negras" de sustancias) o cuantitativos (las cantidades de materiales asociadas a un determinado producto). (Jordá, 2006)

Una herramienta válida es la matriz MET, integrada por tres columnas, una columna de materiales (M) utilizados, otra de energía (E) consumida y la última representa las emisiones tóxicas (T) generadas durante las diferentes etapas del ciclo de vida. [Ihobe, 2000]

La Matriz MET se organiza en consumo y generación de residuos materiales, consumo de energía, y emisión de sustancias. Este conjunto de herramientas es indicado para las fases iniciales de análisis ambiental en el proceso de ecodiseño ya que da una imagen general de los principales impactos detectados en cada una de las fases del ciclo de vida del producto.

2. Indicadores Medioambientales.

El desarrollo de una política ambiental implica, un proceso continuo de toma de decisiones, siempre encaminadas a solventar los problemas ambientales, para tomar una decisión lo más correcta posible, lo mejor es contar con la máxima cantidad de información.

La necesidad de un sistema de indicadores ambientales reside en la complejidad y dificultad de obtención de datos sobre el entorno y sus interacciones con el medio socio económico que sustenta.

La información proporcionada por análisis y estudios científicos no siempre es la más adecuada, ya que los resultados serán difíciles de interpretar, por lo que se hace necesario traducir esa información a parámetros fácilmente comprensibles, que indiquen claramente las causas, situaciones y tendencias de los problemas ambientales (Vivancos, 2005).

Los indicadores pueden clasificarse en función de su uso en:

- Indicadores de evaluación: reflejan de forma cualitativa la situación ambiental de los aspectos más relevantes.
- Indicadores de integración sectorial: ofrecen información sobre la interrelación entre los diversos sectores económicos y el medio ambiente, contribuyendo a la integración de la política ambiental en las políticas sectoriales.
- Indicadores de integración económica: informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica, permitiendo identificar situaciones en las que la creación de riqueza va acompañada de una destrucción no contabilizada de la misma.

Un ecoindicador es un número a través del cual se mide el impacto ambiental que produce un proceso, producto o servicio. Su uso es muy recomendado para facilitar el análisis de las cargas medioambientales de cualquier tipo de actividad durante su ciclo de vida.

Este número se obtiene haciendo un balance de los flujos energéticos, y materiales de entrada y salida que hay en un proceso de obtención de un producto, o en el proceso objeto de estudio.

La unidad utilizada para expresar para expresar los ecoindicadores son los milipuntos, siendo un punto la representación de la centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano medio europeo.

En la actualidad existen dos modelos de ecoindicadores estandarizados, el Ecoindicador `95 y el Ecoindicados `99, que realizan distintas hipótesis de cálculo y que, por tanto, no son comparables entre sí. En este caso de estudio se va a utilizar el Ecoindicador `99 debido a que, es actualmente el más utilizado en Europa (Aranda, A & Zabalza, I, 2010)

3. Análisis de Ciclo de vida (ACV).

El Análisis de Ciclo de Vida es la metodología que se utiliza actualmente para evaluar la carga medioambiental de un producto, proceso o actividad en todo su ciclo de vida. Pretende evaluar los potenciales impactos ambientales causados durante todas las etapas, desde la extracción de las materias primas hasta su residuo final.

El Análisis de Ciclo es la metodología más compleja, pero a la vez más completa de análisis de impacto ambiental.

La norma ISO 14040:2006 establece los principios y el marco de referencia para el Análisis de Ciclo de vida. De forma general, el ACV puede ayudar a:

- La identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos de las distintas etapas de su ciclo de vida.
- La aportación de información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales.
- La selección de los indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición.
- El marketing.

La metodología de ACV puede completarse con otras herramientas que las empresas deben considerar en su planificación estratégica.

En el capítulo siguiente se verá mucho más detalladamente todo el Análisis de Ciclo de vida, incluyendo su normativa.

3.2.2. Análisis de impacto ambiental de aparatos eléctricos y electrónicos.

Para cuantificar el impacto ambiental que tiene un cierto aparato eléctrico o electrónico, será necesario realizar un Análisis de ciclo de vida, viendo así, cual es la fase que más impacto produce sobre el medio

En el caso de los aparatos eléctricos y electrónicos, normalmente la fase de su ciclo de vida que más impacto produce es la de uso.

En la fase de producción, normalmente la fabricación de dispositivos semiconductores exige un alto consumo de energía, se precisa pues, una elevadísima aportación de energía para la transformación de una estructura organizada. Por ello, este consumo es bastante mayor al de otros productos tradicionales.

La fase de uso es la que mayor impacto produce en el medio, debido al gran consumo de energía a lo largo de la vida útil del dispositivo.

En cuanto a la fase fin de vida, cabe decir que, el reciclado de los aparatos eléctricos y electrónicos de alta tecnología es un proceso difícil, costoso, contaminante y de baja rentabilidad, ya que generalmente son estructuras compactas, constituidas por diferentes pequeños componentes, frecuentemente conteniendo sustancias nocivas.

El reciclado es de escasa rentabilidad en los aparatos eléctricos y electrónicos de alta tecnología, por la pequeñez de sus elementos, por la insignificante cantidad de sustancias valorizables y la presencia de múltiples plásticos diferentes e incompatibles.

A diferencia de ello, en general, los equipos que no son de alta tecnología (tales como lavadoras, lavavajillas, aspiradoras como es nuestro caso de estudio, etc.) suelen contener una buena cantidad de materiales valorizables (principalmente metales), son más fáciles de desmontar, y suelen estar constituidos mayoritariamente por pocos tipos de plásticos (www.uca.es, 2014).

3.3. Estudios de Análisis de Ciclo de Vida.

En este apartado se va a describir el concepto Análisis de ciclo de vida, su evolución histórica, la normativa que lo contiene, y los software que existen para realizar Análisis de Ciclo de vida.

La SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) define el Análisis de Ciclo de Vida como un “proceso objetivo para evaluar cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno, para determinar su impacto en el medio ambiente y evaluar y poner en práctica estrategias de mejoras medioambientales”

El Análisis del ciclo de vida, a partir de ahora ACV, de un producto típico tiene en cuenta el suministro de las materias primas necesarias para fabricarlo, transporte de materias primas, la fabricación de intermedios y, por último, el propio producto, incluyendo envase, la utilización del producto y los residuos generados por su uso.

El ACV no es una evaluación de riesgo, cuantifica las emisiones, pero el impacto real de esas emisiones depende de cuándo, dónde y cómo se liberen en el ambiente por lo que no tiene en cuenta la exposición, que es un factor esencial para evaluar el riesgo.

Los resultados de un ACV sirven para tomar decisiones concretas y definir prioridades para la implementación de acciones de mejora o alternativas. (Van Hoff, 2006).

3.3.1. Análisis de ciclo de vida (ACV).

Se va a describir la metodología que ha de seguirse para la realización de un Análisis de Ciclo de Vida, la metodología está totalmente estandarizada a través de las normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

La metodología general del Análisis de Ciclo De Vida consta de 4 fases, tal y como se refleja en la norma ISO 14040:2006:

1. **Definición del objetivo y alcance:** El objetivo y el alcance de un estudio de ACV, se deben definir claramente.

1.1. Objetivo. En esta etapa se indica cual es:

- La aplicación prevista.
- Las razones para realizar el estudio.
- El público previsto.
- Si se prevé utilizar los resultados para realizar comparativas.

1.2. Alcance. En esta etapa se define:

- El sistema del producto a estudiar.
- La funciones del sistema del producto o, en el caso de estudios comparativos los sistemas.
- La unidad funcional.
- Los límites del sistema.
- Los procedimientos de asignación.
- Las categorías de impacto seleccionadas y la metodología de evaluación de impacto.
- Requisitos relativos a los datos.
- Las suposiciones.
- Las limitaciones.
- Los requisitos iniciales de calidad de datos.
- El tipo de revisión crítica, si hay.
- El tipo de formato del informe requerido para el estudio

2. **Análisis de inventario:** Es un inventario de los datos de entrada/salida en relación con el sistema a estudio. Implica la recopilación de los datos necesarios para cumplir los objetivos del estudio definido. La energía de las materias primas utilizadas, las emisiones a la atmósfera, al agua y a la tierra, se cuantifican para cada proceso y se combinan en el diagrama de procesos.
3. **Evaluación de impacto:** Proporciona información adicional para ayudar a evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida de un sistema del producto a fin de comprender mejor su importancia ambiental. Se agrupan y cuantifican los efectos de la utilización de los recursos y de las emisiones. Se categorizan en impactos ambientales y se valoran según su importancia. El propósito es traducir los datos del inventario en “ecoindicadores” integrales.
4. **Interpretación:** Los resultados se reportan de la mejor manera informativa posible. Las necesidades y oportunidades de reducir impactos del o los productos en el ambiente se evalúan sistemáticamente. Los resultados muestran impactos potenciales y además deben ser consistentes con el objeto, las metas y el alcance definidos, así como con los resultados obtenidos.

En la figura siguiente se puede ver un esquema de las etapas del Análisis de Ciclo de Vida, extraído de la norma UNE-EN ISO 14040:2006.

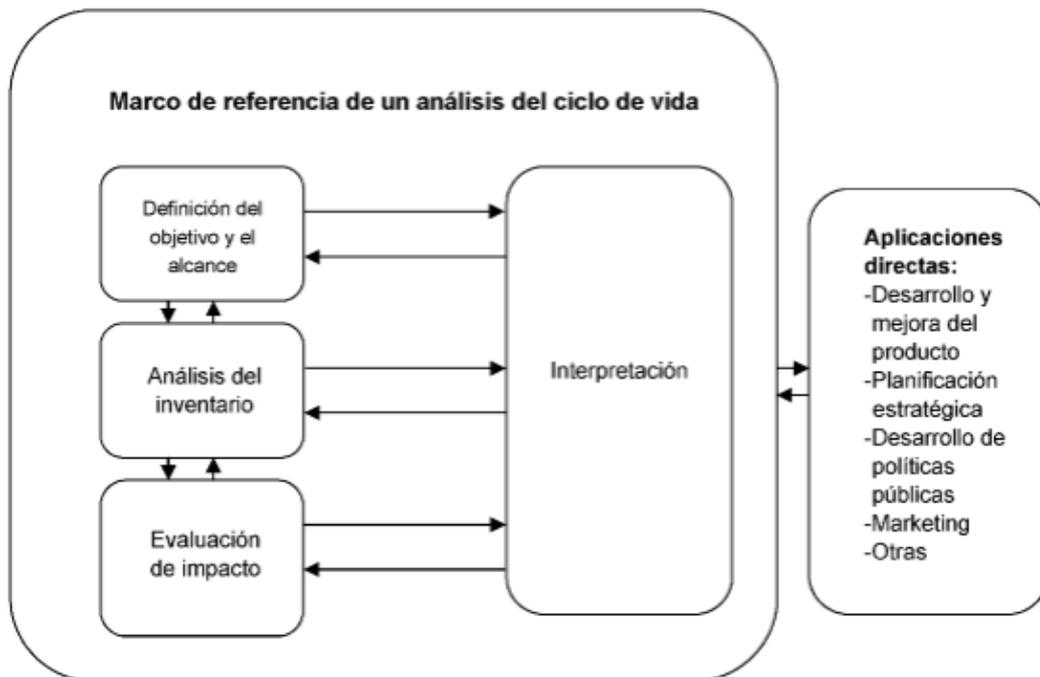


Gráfico 4. Etapas del Análisis de Ciclo de Vida. (Norma UNE-EN ISO 14040:2006, 2014).

3.3.2. Historia del Análisis de ciclo de vida.

El creciente reconocimiento de la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados con los productos fabricados y consumidos, ha aumentado el desarrollo de métodos para comprender mejor y reducir dichos impactos y el Análisis de Ciclo de Vida es una de las metodologías más adecuadas para evaluar la calidad ambiental de un producto o servicio.

Los impactos ambientales de los productos y procesos ocurren en diferentes etapas de su ciclo de vida. De igual manera, el tratamiento final del ciclo de vida puede ser muy diferente de un producto a otro.

Los primeros estudios de ACV se realizaron en los años 60, en 1963 Harold Smith presenta un informe del impacto ambiental de productos químicos en la Conferencia Mundial de Energía, en 1969 el Midwest Research Institute (MRI) realiza un estudio sobre los impactos ambientales y consumo de energía para Coca-Cola Co de diferentes tipos de envases para sus bebidas y Gustav Sundström (Suecia) lleva a cabo estudios de AVC de botellas de PVC para la compañía Tetra Pack.

En la década de los setenta, el hecho más relevante quizás sea la fundación de la SETAC (Sociedad de Toxicología Ambiental y Química) en 1979 que es una asociación internacional con más de 4500 miembros y se centra en el estudio de la toxicología ambiental cuyo trabajo ha servido de base para el desarrollo de la normativa posterior. En 1972 El MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) publica el informe “Los límites del crecimiento” bajo pedido del Club de Roma. Publicación del libro “A blueprint for survival”. En 1974 el “Journal Energy Policy” publica avances en el estudio del AVC y el instituto Federal de Gestión, Tecnología y Leyes realizan el primer Ecobalance a la compañía Rocco Conserves.

En la segunda mitad de los 80 el ACV se había convertido en una herramienta competitiva muy usada en las áreas de producción y mercadotecnia, en 1980 el Instituto de Investigación en Energía Solar, elabora un informe sobre el AVC y en 1987 Se introduce el concepto de Desarrollo Sostenible dentro del informe de Brundtland o “Nuestro Futuro Común”.

Ya en la década de los 90 la metodología del ACV estaba suficientemente desarrollada. En 1990 PRé Consultants lanza al mercado la primera versión del software SimaPro sobre ACV, en 1991 SETAC realiza cinco talleres sobre ACV en USA, Holanda y Portugal. En el año 1992 se funda SPOLD (Society for Promotion of Life-cycle Assessment Development) conformada por empresas europeas para promover la aplicación del ACV en la industria, en 1993 se lanza al mercado la primera versión del software GaBi, en 1997 es la primera publicación de la norma ISO 14040 y en 1999 La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) introduce el principio de Responsabilidad Extendida al Productor (EPR). En el año 2001 Se funda el “American Center for Life Cycle Assessment” (ACLCA).

Hoy en día, la metodología está totalmente estandarizada a través de las normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

- UNE-EN ISO 14040:2006: Detalla los requisitos para efectuar un ACV. Se especifica la estructura general, los principios y los requisitos que debe contemplar un estudio de ACV, así como el marco de referencia metodológico para desarrollar un ACV.
- UNE-EN ISO 14044:2006. Define los principios a considerar en la definición de objetivos y alcance, el análisis de inventario del ciclo de vida, la evaluación del impacto de ciclo de vida así como las distintas fases que lo componen y los requisitos y consideraciones generales para realizar el informe y la revisión crítica.

3.3.3. Software para Análisis de ciclo de vida.

En este apartado se van a describir los diferentes software informáticos que existen para realizar un Análisis de Ciclo de Vida.

Se va a estudiar más en profundidad el software SimaPro, ya que es el que se utiliza en este trabajo.

Existen diferentes herramientas informáticas que pueden facilitar el desarrollo de un estudio de Análisis de Ciclo de Vida, especialmente las fases de inventario, evaluación de impactos e interpretación de resultados.

Tres de las herramientas software más utilizadas actualmente son SimaPro, GaBi y Humberto, las tres pueden utilizarse para evaluar cualquier tipo de producto o proceso, y contienen bases de datos con información de inventario de ciclo de vida de diversos productos y procesos. El uso de estos software está sujeto a diferentes tipos de licencia, de coste variable, según las características del usuario (profesional, estudiante, etc.).

Una alternativa interesante a los software comerciales es el proyecto OpenCLA que pretende desarrollar un software modular gratuito y de código abierto; el elemento central de OpenCLA permite desarrollar los cálculos de ACV, mientras que dos pluggins adicionales facilitan la conversión de diferentes formatos de datos de ACV, por un lado, y el análisis de la incertidumbre de los resultados, por el otro.

En este trabajo se va a utilizar el software SimaPro, ya que ofrece una interfaz de usuario intuitiva basada en la normativa ISO 14040 y puede ser utilizado para desarrollar complejos modelos parametrizados en distintos escenarios. La aplicación presenta los cálculos de evaluación de impacto para cada etapa del sistema estudiado, permitiendo realizar análisis de distintos escenarios de tratamiento de residuos y de reciclaje, análisis de sensibilidad y análisis de incertidumbre (Monte Carlo).

Para la realización de proyectos de ACV, Simapro tiene diferentes bases de datos con miles de procesos y los métodos de evaluación de impacto más importantes.

Las “Bibliotecas” que utilizaremos en nuestro trabajo, es decir, las bases de datos son:

- Ecoinvent system process
- Ecoinvent unit process
- ELCD
- Industry data
- Methods

Los ecoindicadores, como ya se ha comentado anteriormente, son números que representan el impacto ambiental total de un producto o servicio, cuya interpretación es relativamente simple: cuanto mayor es el indicador, mayor es el impacto ambiental asociado. Al ser métodos que manejan datos e hipótesis distintas, los resultados de dichos métodos no son comparables entre sí.

El método de evaluación que utilizaremos en el presente trabajo es el Ecoindicador 99, ya que es uno de los métodos más utilizados en la actualidad en Europa, pero este programa cuenta con más métodos de evaluación:

- Eco-Indicador 95.

Llevado a cabo en colaboración por diversas empresas, universidades e institutos de implicación en ecodiseños, incluye algunas definiciones adicionales de los impactos y considera una normalización a nivel de la media europea en 1992 (excluyendo la antigua URSS) dividida entre su población aproximada. Contienen un sistema de evaluación mediante el método de la distancia al objetivo, con valores de éstos obtenidos mediante criterios unificados.

- Eco-Indicador 99.

Sucesor del Eco-Indicador 95, basa su filosofía en la presentación de resultados de manera más práctica y sencilla, reduciendo las categorías a tres:

- Salud Humana
- Calidad del Ecosistema
- Recursos

La normalización se realiza de acuerdo con los valores europeos, y según la manera en la que se traten las incertidumbres, se pueden encontrar las versiones que se indican en la columna a la derecha.

- EPS 2000.

Como método orientado al daño, toma como medida la voluntad de pagar para compensar los efectos nocivos. Es un método orientado al desarrollo de productos por parte de las empresas, y como tal mantiene unas fuertes consignas de simplicidad y de jerarquización de los impactos, utilizando para sus cálculos modelos mecánicos, empíricos o de equivalencias.

- CML 2000.

Desarrollado por la Universidad de Leiden en Holanda, destaca por su valoración en términos de promedios de los impactos, dado que generalmente no se especifican los componentes concretos que son emitidos. Respecto a la normalización, por manejabilidad de los resultados, trabaja con valores totales divididos entre aproximadamente la población mundial. Existen variantes del indicador, según la actualidad y el enfoque.

- EDIP.

Creado en 1996 en Dinamarca, este Eco-Indicador se basa en los valores objeto de emisiones de cada tipo de componente o equivalente según los informes específicos correspondientes. Sin embargo, los recursos son compartidos con la producción anual mundial o con las reservas existentes, según sí el recurso es o no renovable. Es por esto por lo que en el método por defecto, no se considera al hacer la suma el valor de los recursos, dado que la normalización no es posible por tratarse de conceptos y enfoques distintos. El sistema se implementa como dos variantes del método, una que no considera en absoluto los recursos y otra que tan solo considera el impacto de estos.

- Ecopoints 97.

Este sistema está basado en datos de Suiza y polítics, manteniendo un sistema de evaluación de distancia al objeto, como el Eco-Indicador 95. Cabe comentar que éste método no incluye categorías de impacto, sino que asesora directamente respecto a cada emisión. Es por esto por lo que existen menos impactos estudiados.

Cada uno de estos métodos contiene en su definición una serie de impactos considerados. Por ejemplo algunos fijan las emisiones de CO₂ como medida del impacto sobre el efecto invernadero, de SO₂ para medir el impacto sobre la acidificación del medio, etc. Además, tienen un método de valoración cada una de las emisiones o de los impactos, de manera que aplicándolo se obtiene un valor concreto. Antes de abordar el estudio.

4. CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) DE UNA ASPIRADORA CONVENCIONAL.

En este capítulo se va a realizar el Análisis de ciclo de vida de una aspiradora convencional, describiendo el funcionamiento general de las aspiradoras y la evolución histórica de las mismas. Se describirá también el objeto de este caso de estudio.

A continuación se definirá el objetivo y alcance del objeto de estudio, se obtendrán los requisitos de los datos, se realizará una revisión crítica y un informe final.

En los últimos apartados se realizará un análisis de inventario, se evaluarán los impactos de ciclo de vida y se interpretarán los resultados.

Todo esto se realizará según norma UNE-EN ISO 14040:2006

4.1. Descripción de la aspiradora convencional.

En este apartado se va a describir el concepto de aspiradora, su funcionamiento y evolución histórica. En el último bloque de este apartado nos centraremos en el objeto de estudio, la aspiradora Solac AS-3200 Turbo AIR P.

Se define aspiradora como un dispositivo, que utiliza una bomba de aire para aspirar el polvo y otras partículas pequeñas de suciedad, generalmente del suelo.

4.1.1. Funcionamiento de la aspiradora.

El funcionamiento de la aspiradora es sencillo, esta consta de un ventilador mecánico que crea el vacío, una caja extraíble que está en frente del ventilador para recoger el polvo, un tubo o conducto que lleva el polvo y el aire succionado hasta la caja de almacenamiento, y una base o soporte en el extremo del tubo destinado a realizar las labores de limpieza mediante varios cepillos.

Una aspiradora es un aparato constituido principalmente por una caja rígida que contiene el motor eléctrico, el cual acciona un ventilador, y este aspira el aire situado cerca de la boquilla de entrada, y con éste también el polvo.

Siempre que el ventilador que acciona el motor eléctrico está en funcionamiento hay un flujo constante de aire en movimiento a través del puerto de admisión y el escape.

El gráfico siguiente ayudará mejor a entender el funcionamiento de la aspiradora, describe paso por paso el proceso de aspiración.

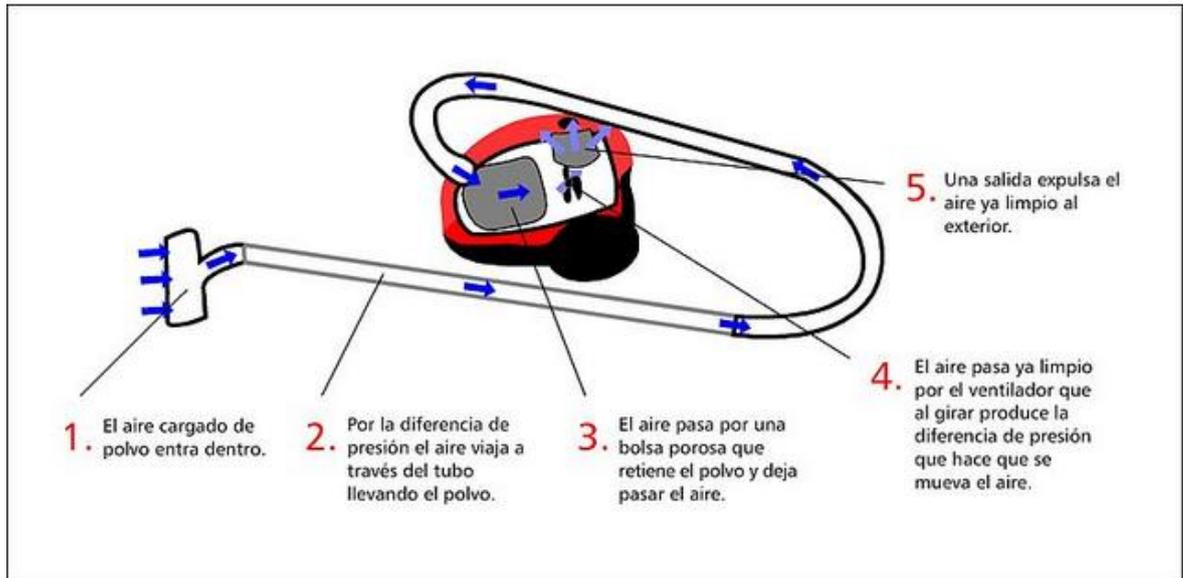


Gráfico 5. Funcionamiento de la aspiradora. www.aspiradoras.es. 2014

Aspectos técnicos:

- Potencia de consumo: Se mide en W.
- Potencia de succión: Es la que tiene el aspirador, desde la boquilla de entrada hasta la bolsa de almacenaje. Se mide en W de succión o en Kilopascales (Kpa). A mayor potencia de succión, más capacidad de limpiado.

Elementos:

- Filtros:
 - Los aspiradores ecológicos llevan varios filtros, como el del agua⁵ (que es el principal porque retiene toda la suciedad), el filtro HEPA⁶ y una esponja que está en contacto con el agua para recoger todo aquello que ésta no haya recogido (pelusas, pelos, etc.).
 - Los aspiradores convencionales llevan también varios filtros, como el del motor (que protege a éste del polvo) y el de salida (que impide que el polvo aspirado vuelva a salir al exterior).

⁵ El filtro de agua de carbón activado evita los malos olores y es de gran utilidad si se tiene una mascota en casa.

⁶ El filtro HEPA es un sistema de filtrado que retiene hasta el 99,7% de partículas, ácaros y humos. Suele ser lavable (Nuestra aspiradora tiene este tipo de filtro).

- Cepillos: Los hay especiales para parquet, de materiales suaves que no dañan los suelos.
- Radio de acción: Es la distancia máxima que se puede alcanzar desde el enchufe. Está determinada por la longitud del cable y de los tubos. Puede oscilar entre 5 y 10 metros.
- Tipos de tubos:⁷
 - Metálicos (más resistentes), cromados, de plástico (más ligeros).
 - Dos tubos que se acoplan (más económicos) o tubos telescópicos (compuestos por elementos que se deslizan uno dentro del otro y permiten adaptar su longitud a la altura del usuario).
- Regulación de la potencia de aspiración: Permite reducir la potencia cuando las necesidades lo requieren.
- Indicador de bolsa llena: Indica al usuario la necesidad de cambiar la bolsa.

Aunque lo veremos más adelante, la aspiradora de estudio (Solac, AS-3200 Turbo AIR P), es una aspiradora sin bolsa, es decir, el polvo y la suciedad que absorbe pasa directamente a un depósito de recogida de polvo, y es una aspiradora de trineo (no es de mano). La ventaja de este tipo de aspiradora frente a las aspiradoras con bolsa, además de la comodidad y economía de no tener que comprar la bolsa, es que la potencia de aspiración es más constante.

4.1.2. Evolución de la aspiradora.

La aspiradora fue inventada por el británico Herbert Cecil Booth en 1901 pero su tamaño hacía que fueran necesarias al menos dos personas para manejarla.

Seis años después, en 1907, James Murray Spangler la hacía más manejable y por eso hoy es considerado el “padre” de la aspiradora portátil.

La popularidad de este electrodoméstico comenzaría cuando William Hoover se encargó de aplicar a ella la electricidad. Obviamente su primer destino fue la industria pero bastaron unos años para que entrara ya en los primeros hogares.

Durante décadas los cambios que se produjeron en ellas no fueron demasiado sustanciales. Habría que esperar hasta finales del siglo XX para su mejora efectiva siendo de nuevo otro británico, el diseñador y empresario James Dyson, quien lo lograra.

Frustrado por la ineficacia de las aspiradoras de su época, Dyson decidió buscar una solución y en 1978 se planteó diseñar un aparato con una importante potencia de succión pero que además no se bloqueara al acumularse la suciedad que recoge en el filtro.

⁷ En nuestro caso, la aspiradora lleva tubos telescópicos y metálicos.

Lo lograría tras muchos años de trabajo e investigación y 5.127 prototipos mediante el uso de ciclones artificiales. De hecho, uno de aquellos prototipos (bautizado como G-Force) obtuvo el primer premio en la Feria Internacional del Diseño celebrada en Japón en 1991 y debido a que los japoneses son unos enamorados de los productos de alta tecnología convirtieron la aspiradora en un símbolo de estatus social que llevó a la aspiradora a comercializarse allí en gran cantidad.

Años después, la venta de la licencia japonesa permitiría a Dyson abrir en 1993 un centro de investigación y desarrollo en Wiltshire (Gran Bretaña) para perfeccionar la tecnología. Su idea era lograr recoger con sus aspiradoras desde las más finas y microscópicas partículas de polvo y suciedad hasta el humo de un cigarrillo.

Lo lograría en 1993, año en que lanzó al mercado su revolucionaria aspiradora Dyson Dual Cyclone o DC01. Un aparato que se caracteriza por incorporar una turbina llamada “ciclón” (de ahí el nombre) que remueve las partículas de polvo al tiempo que genera fuerzas centrífugas 100.000 veces más potentes que la fuerza de la gravedad.

La aspiradora Dyson Dual Cyclone sería además la primera aspiradora sin bolsa que se comercializó en el mundo y aún hoy es la única que no puede ser obstruida por la suciedad y, por tanto, no pierde en ningún momento su capacidad de succión. Además sus filtros impiden el paso de cualquier partícula microscópica y por eso hoy la recomiendan organismos de salud de todo el mundo a las personas afectadas por alergias. (www.aspiradoras.us/electrica/autos/evolucion-de-las-aspiradoras)

Para entender en nacimiento del aspirador robot tenemos que remontarnos a 1990, cuando tres miembros del Instituto Tecnológico de Massachusetts se unen para crear IS Robotics. Aunque en un principio su cometido era el diseño de robots para la exploración espacial, poco a poco comenzaron a investigar sobre las aplicaciones de la robótica en un ámbito más cotidiano, del hogar, de la vivienda.

El primer robot aspirador nace en 2002, que bautizaron como *roomba*, y se empezó a comercializar por la empresa iRobot. Los ingenieros e inventores de *roomba* son Rod Brooks, Helen Greiner y Colin Angle. (www.turobotaspirador.com/inventor-robot-aspirador)

Actualmente existe una amplia oferta de robot aspirador en el mercado.

4.1.3. Descripción de la aspiradora Solac AS-3200 Turbo Air P.

La aspiradora a estudiar es una AS-3200 Turbo AIR P de la marca Solac,

Lo primero que tenemos que hacer es realizar el despiece del aspirador, con esto obtenemos los datos necesarios para poder realizar todo el Análisis de Ciclo de Vida de la aspiradora estudiada.

En los gráficos siguientes se muestran las imágenes de la aspiradora de estudio, y la misma desmontada.



Gráfico 6. Aspiradora Solac AS-3200 Turbo AIR P. (www.ciao.es .2014).



Gráfico 7 Aspiradora Solac AS-3200 Turbo AIR P desmontada. (Elaboración propia, 2014).

Lo primero que se ha hecho es realizar el despiece del aspirador, con esto se obtienen los datos necesarios para poder realizar todo el Análisis de Ciclo de Vida de la aspiradora estudiada.

Los datos que se han tenido en cuenta de cada una de las piezas (incluido el embalaje) son el peso, el material del que están compuestas y el proceso de fabricación que se lleva a cabo para obtenerlas, estos datos son imprescindibles de acuerdo con la metodología de trabajo para la realización del ACV, aunque la aspiradora como unidad funcional⁸ es estudiada en su conjunto.

Si bien no existe una metodología estricta para el desmontaje de cualquier dispositivo, si hay unas pautas para que la información sea lo más eficaz posible. Normalmente las piezas se separan en bloques desde lo más accesible hasta llegar al bloque base, aquel que es imposible de separar del conjunto y las piezas que lo rodean.

En este caso de estudio, una vez separadas todas las piezas, se ha creído conveniente realizar conjuntos de los distintos materiales que componen la aspiradora, ya que el componente mayoritario son los materiales plásticos, y es interesante comparar si los materiales plásticos por ser el componente mayoritario tiene un mayor impacto ambiental que el resto de conjuntos (más adelante veremos que no).

Los datos de la aspiradora desmontada, se muestran en la tabla siguiente, el número de pieza, su peso y el material de el que está compuesta.

Pieza	Peso (g)	Material
1	534	ABS
2	261	ABS
3	128	ABS
4	30	PP
5	502	Acero inoxidable
6	40	Caucho
7	101	Caucho
8	31	Residuo textil
9	50	ABS
10	88	ABS
11	56	ABS
12	64	30% Caucho 70% ABS
13	35	ABS
14	343	ABS
15	131	PP
16	41	ABS
17	284	60% Acero 40% PVC
18	8	ABS
19	14	Caucho
20	41	ABS
21	3	Acero genérico
22	82	ABS

⁸ Una unidad funcional es aquella a la que irán referidas todas las entradas y salidas del sistema. Se puede escoger una unidad funcional de tipo físico o de tipo funcional. (Jordá, 2006)

25	5	ABS
26	27	ABS
27	12	ABS
28	4	ABS
29	6	ABS
30	24	ABS
31	1	Caucho
32	5	PMMA
33	50	Caucho
34	85	ABS
35	32	ABS
36	505	ABS
37	230	ABS
38	34	PE
39	21	ABS
40	1	PP
41	1	Caucho
42	10	Papel
45	79	PP
46	36	Papel
47	92	PP
48	10	PP
49	4	Latón
50	100	Latón
51	14	PP
52	3	PP
53	20	PA
54	48	ABS
55	195	PVC
56	200	ABS
57	65	Aluminio
58	142	Acero genérico
59	20	Circuito
60	37	Circuito
61	37	Enchufe
62	350	Cable (cu)
63	21	Cable (cu)
64	5	Caucho
65	1400	Motor
66	45	Caucho
67	1050	Caja (cartón)

Tabla 2. Datos de las piezas de la aspiradora desmontada Solac AS-3200 Turbo AIR P. (Elaboración propia, 2014)

Las piezas 23, 43 y 44 tienen un peso despreciable por lo que no se consideran, como se verá más adelante, en las hipótesis realizadas para la toma de datos que se describen en el apartado de limitaciones del alcance, los pesos inferiores a 1g los despreciamos.

Según norma se pueden despreciar las piezas que pesen menos de un 1% del conjunto, pero con el fin de obtener resultados más rigurosos, para el estudio de la aspiradora se han despreciado las piezas que pesan menos de un 0,0126% del conjunto.

Las características técnicas de la aspiradora Solac AS-3200 Turbo AIR P, se muestran en la tabla siguiente:

Marca	Solac
Tipo de tubo	Metal telescópico
Fuente de energía	A red
Nivel de ruido	78 db
Tipo de aspirador	Aspirador trineo
Con controles en el mango	No
Cepillo por turbina	No
Cepillo especial para suelo	No, Sí
Cepillo para animales	No
Multifunción	No
Fragancia	No
Wattios	1600 w
Potencia variable	Con potencia variable
Capacidad depósito de polvo	0,8 litros
Recogecables	Sí
Accesorios integrados	Accesorios incluidos
Con bolsa/ sin bolsa	Sin bolsa
Fuente de energía	A red
EAN	8414636076568
Cepillo eléctrico	No
Filtro HEPA	Sí

Tabla 3. Características técnicas de la aspiradora Solac AS-3200 Turbo AIR P. (Elaboración propia, datos obtenidos de www.solac.es, 2014)

4.2. Definición del objeto y alcance.

El objetivo y alcance comprende todos los procesos requeridos para asegurar que todos los trabajos necesarios para terminar el proyecto con éxito son previstos y considerados. Se ocupa de definir y controlar lo que está o no incluido en el proyecto. Debe considerarse todo el ciclo de vida del proyecto.

Una buena determinación tanto del objeto como del alcance evitará confusiones durante el proceso de análisis. Existen numerosos motivos por los cuales se realizan análisis de ciclo de vida. Podemos distinguir por su importancia los siguientes: [Capuz, 2002].

- Identificación de oportunidades de mejora de los aspectos medioambientales de los productos en diversos puntos de su ciclo de vida.
- Toma de decisiones en diversos ámbitos en los cuales el medio ambiente puede ser un factor notable. Las decisiones pueden girar en torno a diversos campos: planificación estratégica, establecimiento de prioridades, diseño y rediseño de productos o procesos, etc.
- Selección de indicadores de comportamiento medioambiental relevantes, incluyendo técnicas de medición.
- Marketing.
- Comunicación y relaciones con la administración o con instituciones no gubernamentales.
- Para otorgar eco-etiquetas por parte de la administración.
- Elección de proveedores.
- Elaboración de legislación ambiental.
- Medidas para toma de decisiones en torno a subvenciones o impuestos.
- Desarrollo de nuevos procesos o productos.

4.2.1. Objeto.

El objeto de proyecto es cualquier “artefacto”, bien sistema físico o inmaterial que responda a una necesidad humana. En nuestro caso, el objeto de estudio es una aspiradora convencional, modelo Solac AS-3200 Turbo AIR P.

En este trabajo, el objetivo es identificar qué fases del ciclo de vida de la aspiradora convencional, son más perjudiciales con el medio ambiente, con lo que también podemos determinar un posible cambio en la selección de materias primas o en el proceso de fabricación con el fin de que en futuros estudios puedan obtenerse productos que tengan menor impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.

Con la localización de los principales puntos de impacto (tanto en la fase del ciclo de vida como en la parte del producto) y de las posibles causas de dichos impactos podemos tomar posibles medidas para las disminuciones del impacto.

4.2.2. Alcance.

El alcance del proyecto es el trabajo que hay que desarrollar para entregar el objeto del proyecto con las características y funciones específicas, se comprueba verificando el plan del proyecto.

En la definición del alcance se pretende concretar las funciones, la unidad funcional, el sistema de producto, la metodología de evaluación, las hipótesis y limitaciones según la norma ISO 14044:2006.

Función.

La función principal de la aspiradora es facilitar el proceso de limpieza de una casa, recogiendo el polvo y la suciedad del suelo principalmente.

Unidad funcional.

Se ha elegido un modelo de aspiradora convencional como unidad funcional para la realización del Análisis del Ciclo de Vida siguiente. Sin embargo, con el fin de extraer conclusiones al respecto a variantes en el ciclo de vida de ésta, se han considerado diferentes escenarios, tanto de uso como de fin de vida.

Sistema de producto.

Es necesario definir los límites del sistema a analizar de forma precisa para evitar complicaciones cuando se esté realizando el Análisis del Ciclo de Vida del producto.

En nuestro caso, la aspiradora se estudia con el fin de determinar qué fases de su ciclo de vida son más perjudiciales para el medio ambiente. Considerando como fases del producto a estudiar su fabricación (incluyendo obtención y procesado de materias primas), su transporte, su uso y su fin de vida.

Metodología de evaluación.

El software que utilizaremos para la evaluación del impacto ambiental en nuestro caso particular de estudio es el programa SimaPro la versión 7.3.3. por su disponibilidad y porque podemos obtener resultados fiables, de acuerdo a la norma ISO 14040:2006.

A la hora de elaborar el inventario, se han tenido en cuenta las siguientes hipótesis y limitaciones:

Hipótesis:

- Procesos de fabricación.
 - Para algunos componentes plásticos, debido a la imposibilidad de conocer exactamente el proceso por el que habrían sido fabricadas, consideramos el proceso de fabricación mediante inyección.
 - Introducimos en el programa SimaPro el peso real de las piezas mediante la balanza calibrada, despreciando las posibles pérdidas y/o fugas en el proceso de fabricación, debido a la imposibilidad de obtener datos exactos.
- Materiales.
 - Durante el despiece de la aspiradora aparecen piezas difíciles de desmontar como es el caso del motor, de manera que estimamos el porcentaje de cada material que contiene, un 55% de su peso es acero, un 40% cobre y un 5% de poliestireno. En este caso el motor está incluido en el conjunto de eléctricos.
 - La aspiradora contiene piezas conformadas por más de un material, en este caso tenemos que estimar también el porcentaje en peso que habrá de cada una, el mango de la aspiradora (pieza 12) que está compuesto por un 30% de caucho y un 70% de ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) y la otra pieza es una parte del tubo de la aspiradora (pieza 17) compuesta por un 60% de metal y un 40% de PVC (policloruro de vinilo).
- Proceso de transporte.
 - La empresa Solac se encuentra en Vitoria – Gasteiz, si suponemos que distribuye a las principales capitales de España, Barcelona (567 km), Valencia (569 km), Madrid (354 km), Sevilla (820 km), A Coruña (599 km) y Murcia (742 km), la distancia recorrida total son 3651 km.
 - El transporte desde Vitoria – Gasteiz a las distintas capitales de España se estima que se realiza en camiones de más de 28 toneladas.

- Consumo eléctrico.
 - Se estima que la vida útil de una aspiradora convencional de las características antes descritas es de 6 años (2190 días).
 - Suponemos que la aspiradora es utilizada una media de 15 minutos al día (0,25 horas/día).
 - La potencia de la aspiradora es 1,6 Kwh (características técnicas).
 - El consumo en toda su vida útil será, $1,6 \text{ Kwh} * 547,5 \text{ horas} = 876 \text{ Kw}$.
(Horas totales de funcionamiento, $2190 \text{ días} * 0,25 \text{ horas/día} = 547,5 \text{ horas}$).
- Escenario fin de vida.
 - De los escenarios fin de vida disponibles, Inglaterra, Francia, Holanda, EEUU, Suiza e Italia, se ha elegido Francia dado que es el que más se asemeja al porcentaje de reutilización, reciclaje, valorización energética por incineración y residuos que van a vertedero en España.

Limitaciones:

La norma permite despreciar una pieza con respecto a su conjunto cuando su peso es menor al 1% del peso total de la aspiradora, aunque con el fin de ser un poco más rigurosos en este trabajo hemos considerado todas las piezas menos aquellas cuyo peso es menor a 1g. El peso total de la aspiradora con el embalaje incluido es de 7.890 kg. (7890 g). Por lo tanto, se han despreciado las que pesan menos de un 0,0126%.

4.3. Requisitos de los datos.

El proceso de fabricación de la aspiradora estudiada se realiza en Vitoria – Gasteiz, y se distribuye a toda España, por eso se asumen como válidos los indicadores que tomen su información en general del oeste de Europa, excepto en el caso de la realización de las piezas, en el cual dada la falta de disponibilidad de información particular, se reducirá el criterio a datos generales.

La etapa de valoración de los impactos es la más complicada, ya que no se encuentra desarrollada a fondo en la norma ISO 14042. Esto ha provocado que numerosos grupos de investigación desarrollen sus propios indicadores y funciones de transformación, se pueden encontrar una gran variedad de éstos. Para el software considerado, los posibles ecoindicadores que se encuentran implementados son: Ecoindicator 99, Ecoindicator 95, EPS 2000, CML 2000, EDIP, Ecopoints 97 y IPCC. (Eco-indicadores disponibles en el software SimaPro. (Extraído de [Collado, 2004]))

4.4. Revisión crítica.

La revisión crítica se realizará una vez el trabajo esté finalizado, corrigiéndose éste en caso de encontrarse fallos o incongruencias. De esta manera, la autora del presente proyecto se compromete a la comprobación de la adecuación de la información presentada en este análisis de ciclo de vida a la normativa vigente.

4.5. Informe final.

El informe final será equivalente al apartado de conclusiones obtenidas tras la realización del Análisis del Ciclo de vida.

4.6. Análisis de inventario.

En este apartado se resumen los procesos de obtención de datos y procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas de un determinado producto.

Según la norma UNE-EN ISO 14044:2006 el análisis de inventario consta de tres partes: Recopilación de los datos, cálculo de los datos y asignación.

La obtención de este tipo de datos es costosa ya que no se tiene información exacta de cada una de las fases y tenemos que tener en cuenta todas las hipótesis que hemos tomado anteriormente en el apartado de alcance.

La matriz MET del objeto de estudio es la siguiente:

	Materiales	Energía	Emisiones
Producción de materiales y componentes.	ABS	Consumo de energía para la obtención de los materiales.	Residuos tóxicos generados en la obtención y transformación de los materiales.
	PP		
	PA		
	PE		
	PVC	Consumo de energía para la transformación de estos.	
	Caucho		
	PS		
	Latón		
	Aluminio		
	Acero inoxidable	Consumo de energía en el transporte de materiales.	
	Acero genérico		
	Cobre		
	Papel		
	Cartón		
Textil			

Producción.	Materiales	Energía	Emisiones
	Tornillos	Consumo de energía en los procesos de fabricación.	Residuos tóxicos producidos en fábrica y restos de materiales.
	Muelles		
	Cables		

Distribución.	Materiales	Energía	Emisiones
	Embalaje	Energía consumida en el empaquetado.	Residuos de embalaje.
	Envase		
	Cartón	Energía consumida en el transporte.	Residuos de la combustión producidos durante el transporte.
	Papel		
Bolsas de plástico			

Gestión de residuos.	Materiales	Energía	Emisiones
	Materias primas para el tratamiento de residuos.	Energía utilizada en la gestión de residuos.	Residuos tóxicos que genera el producto.
			Materiales vertidos.
		Energía consumida en el transporte	Reciclaje de materiales.
Residuos de combustibles.			

Tabla 4. Matriz MET del objeto de estudio. (Elaboración propia, 2014).

Es necesario cuantificar los impactos ambientales aparte de localizarlos para poder introducir los datos en el software. Este apartado se realiza con los datos obtenidos del despiece. En éste se definen todos los materiales empleados y las cantidades de cada uno de ellos. A estos datos hay que añadir los procesos de fabricación a los que se ven sometidas cada una de las piezas obtenidas, procesos de transporte y consumo energético de la red local. Además, debe definirse un escenario de fin de vida del producto y las distancias medias de transporte entre otras.

Las unidades utilizadas a lo largo del proyecto son unidades de peso (kg), distancia (km) o en el caso de valoración de impactos asociados al transporte, de peso por distancia (Tkm).

En este trabajo se han agrupado los componentes de la aspiradora por grupo de materiales, con un total de 6 grupos:

- **Conjunto Plásticos.** Son los componentes mayoritarios, con 44 piezas y un peso total de 3,696kg.
 - ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), es el componente mayoritario de la aspiradora. 24 piezas con un peso total de 2,4993kg.
 - PP (polipropileno), con 8 piezas, con un peso total de 0,360kg.
 - Caucho, 9 piezas, con un peso total de 0,6kg.
 - PVC (policloruro de vinilo), con 1 pieza, con un peso de 0,195kg.
 - PE (polietileno), con 1 pieza, con un peso de 0,034kg.
 - PMMA (polimetilmetacrilato), con 1 pieza, con un peso de 0.005kg.
- **Conjunto Metales.** Con un total de 7 piezas, con un peso total de 0,857kg.
 - Acero inoxidable, con 1 pieza, con un peso de 0,502kg.
 - Acero genérico, con 3 piezas, con un peso total de 0,186kg.
 - Aluminio, con 1 pieza, con un peso de 0,065kg.
 - Latón, con 2 piezas, con un peso de 0,104kg.
- **Conjunto Compuestos.** Tenemos dos piezas de materiales compuestos, con un peso total de 0,348kg.
- **Conjunto Textil.** Sólo tenemos una pieza con un peso de 0,031kg.
- **Conjunto Papel.** Hay 2 piezas, con un peso total de 0,046kg, y el embalaje de cartón con un peso de 1,05kg.
- **Conjunto Eléctricos.** Con 4 componentes y un peso total de 1,865kg.
 - 2 circuitos con un peso total de 0,057kg.
 - Un enchufe con un peso de 0,037kg.
 - 2 cables con un peso de 0,371 kg.
 - Un motor con un peso total de 1,4kg (El motor está compuesto por acero, cobre y poliestireno).

El peso total de la aspiradora, incluido el embalaje es de 7,893kg (7893g), en las hipótesis anteriores con respecto al transporte se ha deducido que la distancia recorrida total desde el lugar de producción hasta el punto de venta son 3651 km y que se realiza en camiones de más de 28 toneladas. Si consideramos el producto estudiado como el único que se transporta, con el peso total en toneladas y la distancia en km.

$$\text{Peso} \cdot \text{Distancia} = 0.007893T * 3651\text{km} = 28,81T\text{km}$$

El consumo eléctrico durante toda su vida útil ya lo hemos hallado en el punto anterior, estimando una vida útil de la aspiradora de 6 años (2190 días), y que es utilizada 15 minutos al día (0,25 horas/día), y sabiendo que la potencia de la aspiradora es 1,6 Kwh (características técnicas).

$$\text{Potencia} * \text{Horas de funcionamiento} = 1,6 \text{ Kwh} * 547,5 \text{ horas} = 876 \text{ Kw.}$$

$$(\text{Horas totales de funcionamiento, } 2190 \text{ días} * 0,25 \text{ horas/día} = 547,5 \text{ horas}).$$

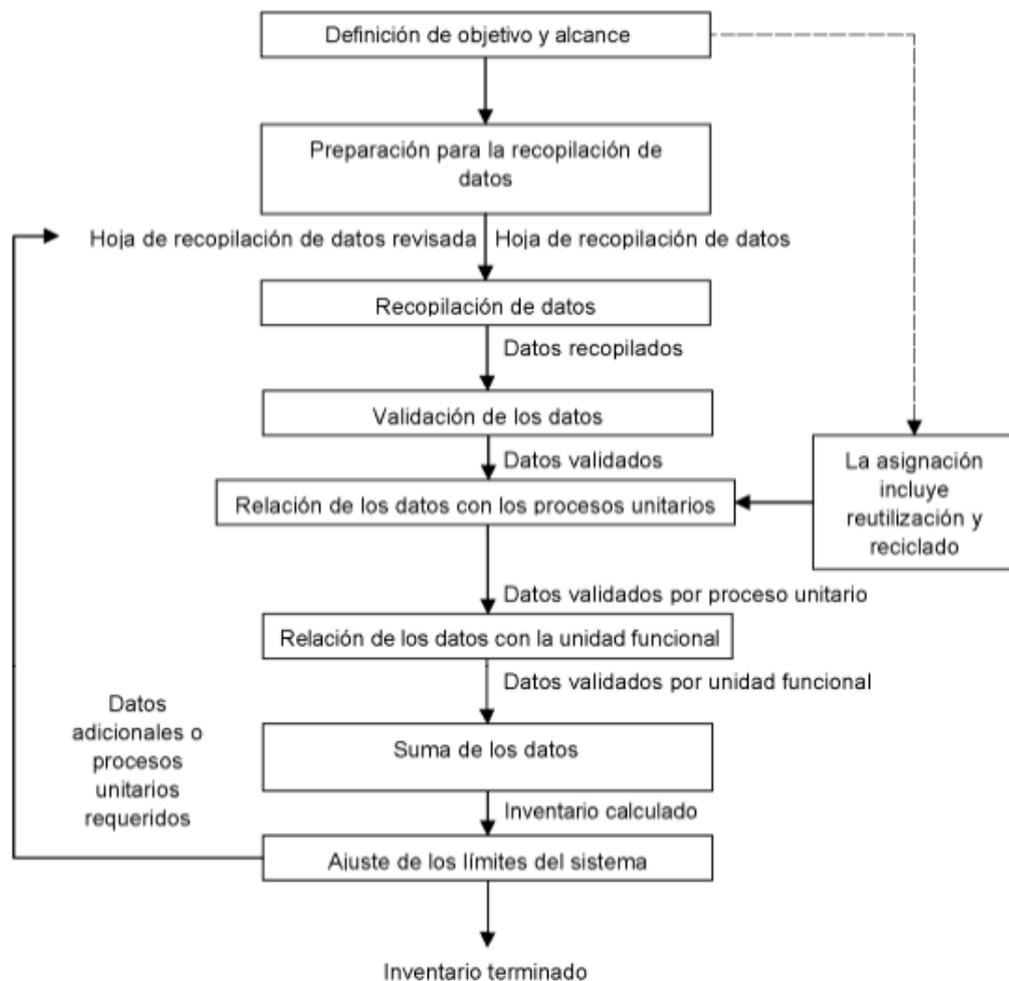


Figura 1. Procedimientos simplificados para el análisis de inventario. UNE-EN ISO 104044:2006

4.7. Evaluación de impactos del ciclo de vida (EICV).

Según la norma 14044:2006, la fase de evaluación de impacto de un ACV tiene como propósito evaluar cuán significativos son los impactos ambientales potenciales utilizando los resultados del ICV.

En este caso de estudio, es conveniente ver el impacto que producen el conjunto de materiales por separado, la aspiradora en su conjunto y el ciclo de vida total de la aspiradora (materias primas, transporte, uso y fin de vida), para luego poder compararlos.

Los distintos gráficos y tablas obtenidos que se van a mostrar a continuación han sido realizados con la ayuda del software informático SimaPro versión 7.3.3.

El primer gráfico es tipo árbol, el impacto ambiental se mide en Pt (punto ecoindicador) a mayor pt mayor impacto sobre el medio ambiente.

El segundo gráfico es un diagrama de caracterización de impactos, este, da una visión más detallada del impacto ambiental medido en Pt (punto ecoindicador), ya que hay una distinción sobre lo que perjudicial que es cada pieza para la salud humana (rojo), lo perjudicial que es para el ecosistema (verde oscuro) y para los recursos (amarillo). Este gráfico se puede mostrar también en forma de tabla, que a la hora de leer resultados es mucho más cómodo.

4.7.1. Evaluación de impactos del conjunto de materiales.

Para los distintos conjuntos de materiales únicamente se va a estudiar el diagrama árbol, ya que no es la finalidad del trabajo pero es interesante tener una idea de que materiales de cada conjunto producen un mayor impacto ambiental.

En este apartado vamos a estudiar el impacto de los diferentes conjuntos de materiales, dividiéndolos en 6 grupos:

1. **Conjunto Plásticos.** Con un total de 44 piezas y un peso de 3,696kg.

Como se puede observar en el gráfico siguiente.

El impacto total del conjunto de plásticos, es 0,903 Pt, la pieza de mayor impacto en este caso es la de mayor peso del conjunto de plásticos, la pieza 1 con 0,152 Pt, que está compuesta por ABS y con un peso de 534g, cabe destacar que la aspiradora de estudio está compuesta principalmente por ABS,

La pieza 55 compuesta de PVC con un peso de 195g impacta menos que la pieza 3 compuesta de ABS con un peso menor, 128g. Por lo que podría entenderse que el ABS es más perjudicial que el PVC.

La pieza 7 compuesta de caucho con un peso de 101g tiene un impacto de 0,0242 Pt, casi el mismo que la pieza 15 compuesta de PP y con un peso mayor, 131g, por lo que parece que el caucho tiene un impacto mayor que el PP en la misma cantidad.

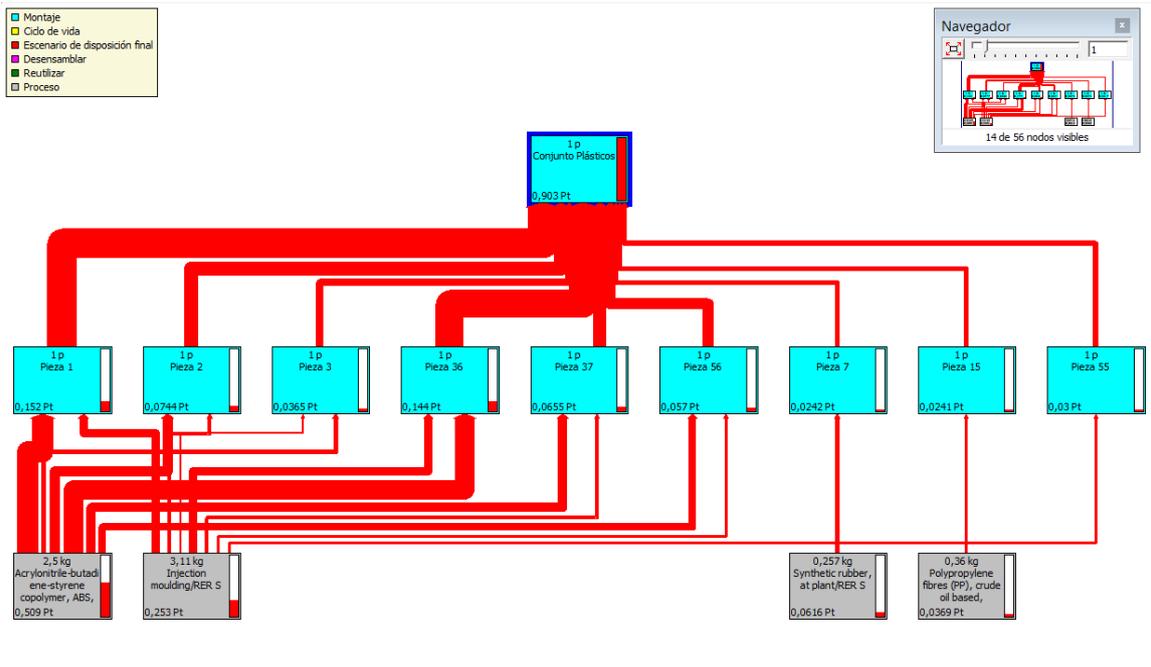


Gráfico 8. Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto de plásticos. (SimaPro, 2014).

2. Conjunto Metales. Con un total de 7 piezas y un peso de 0,857kg

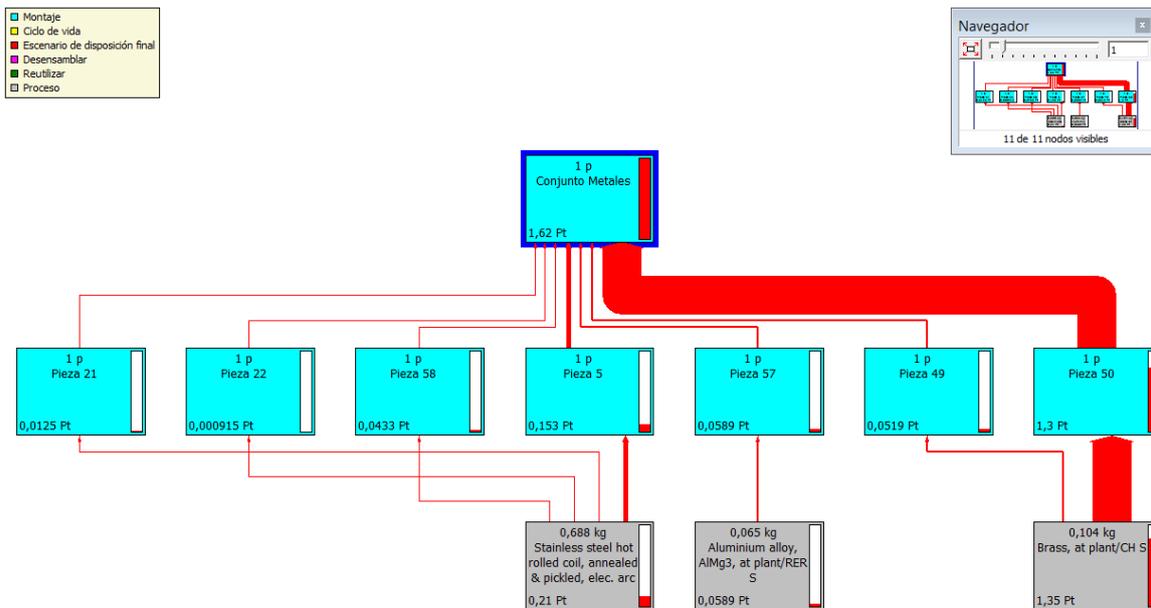


Gráfico 9 Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto de metales. (SimaPro, 2014).

Como se puede observar en el gráfico 9, el conjunto de metales tiene un impacto de 1,62 Pt, en este caso se observa claramente que el que más impacto produce es la pieza 50 con 1,3 Pt compuesta de latón y con un peso de 100g, le sigue la pieza 5 con 0,153 Pt, constituida con acero inoxidable y un peso de 502g, de aquí ya podemos sacar una conclusión, la cantidad de acero inoxidable quintuplica la de latón y aun así perjudica menos el acero inoxidable.

Lo mismo pasa con la pieza 58 que también es de latón con un peso de tan solo 4 g, tiene un mayor impacto que la pieza 58 de acero genérico con un peso de 142g, si comparamos también la pieza 58 con la 57 que es de aluminio con 65g, tienen casi el mismo impacto aun siendo la cantidad de esta última bastante mayor.

3. Conjunto Compuestos. Con dos piezas de materiales compuestos y un peso de 0,348kg.

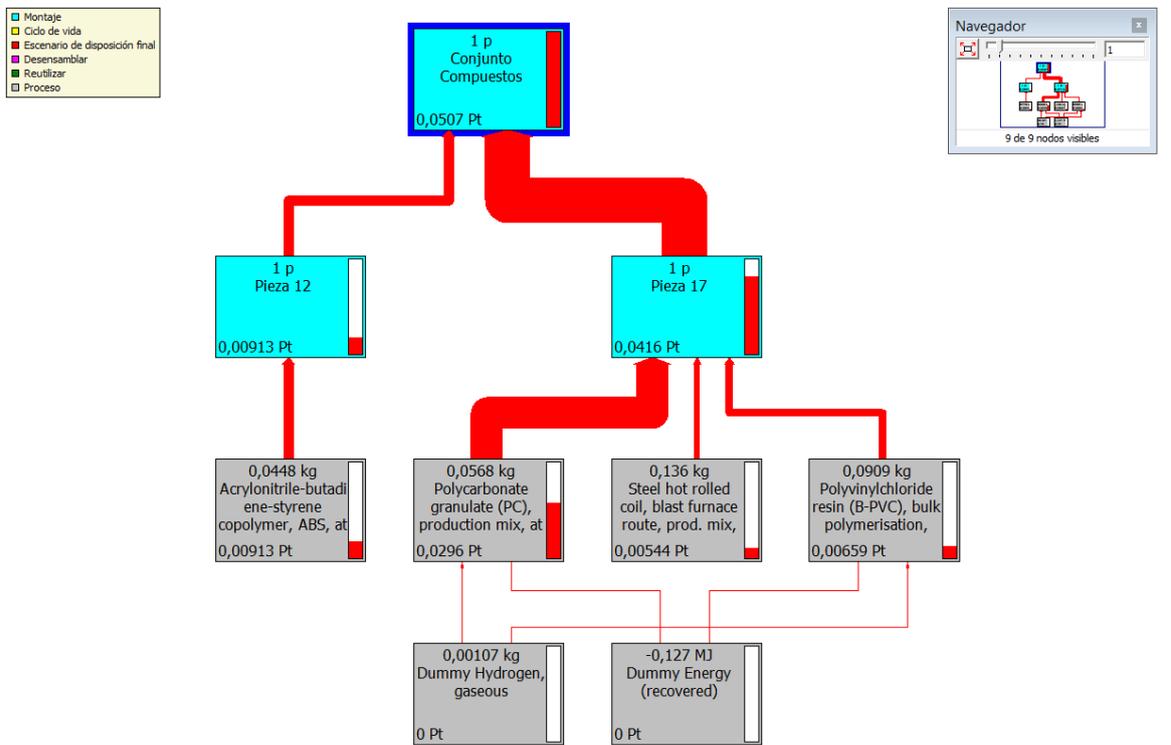


Gráfico 10 Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto de compuestos. (SimaPro, 2014).

Como se ha podido observar anteriormente los metales estudiados tienen un mayor impacto en el medio que los plásticos a igualdad de cantidad, el impacto que producen los dos compuestos es de 0,0507 Pt, reflejado en el gráfico 10, con un mayor impacto en la pieza 17, esto puede ser debido a que esta pieza está compuesta por un 60% de acero y un 40% de PVC con un peso total de 284g aparte de que el peso de esta es mucho mayor que el de la pieza 12 con un peso total de 64g, compuesta por un 70% de ABS y un 30% de caucho.

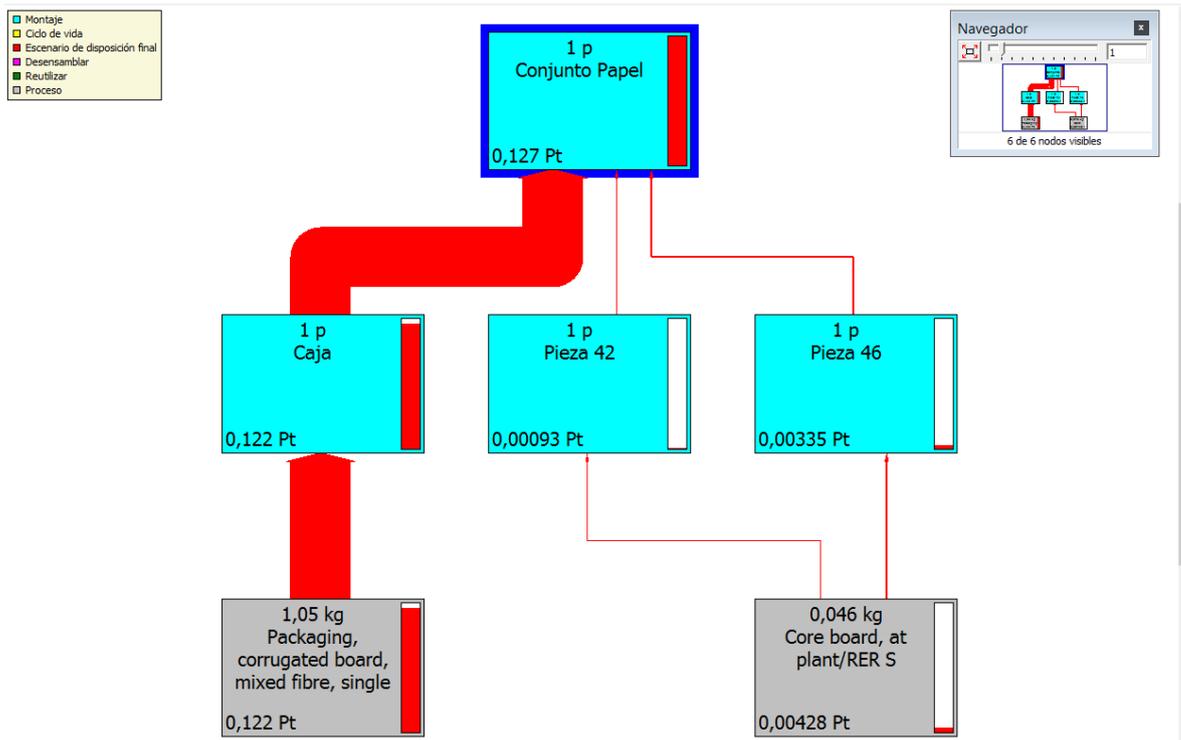


Gráfico 12. Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto papel. (SimaPro, 2014)

6. Conjunto Eléctrico. Con 4 componentes de peso total de 1,865kg

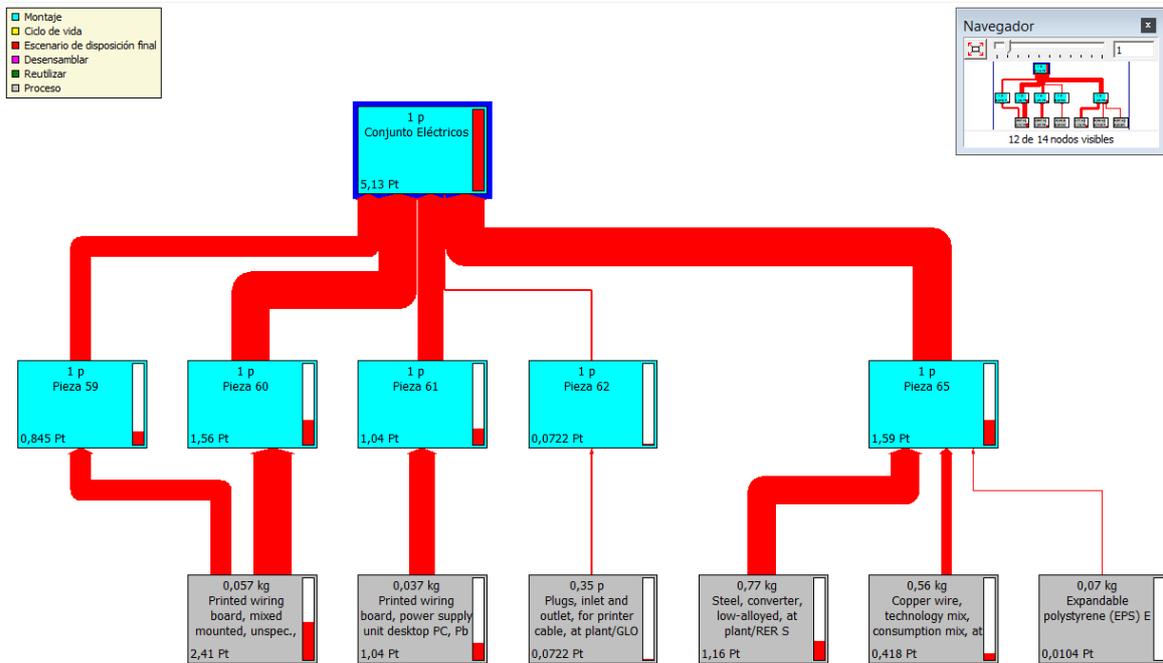


Gráfico 13. Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto eléctrico. (SimaPro, 2014).

Como se puede observar en el gráfico 13 el conjunto de eléctricos es el que produce un mayor impacto en el medio, con un total de 5,13 Pt.

El estudio de este conjunto es un poco ambiguo debido a que en las hipótesis antes descritas, el motor de la aspiradora ha sido incluido en este conjunto aunque en realidad es un compuesto, por eso el motor tiene un impacto de 1,59 Pt con un peso muy elevado, y la pieza 60 que es un circuito, tiene un impacto casi igual de 1,56 Pt con un peso de 37g.

La pieza 61 con un impacto de 1,04 Pt es el enchufe, que tiene un peso de 37g, la pieza 59 también es un circuito con un peso de 20g y un impacto de 0,845 Pt y la pieza 62 es el cable de la aspiradora (compuesto por cobre y plástico) con un impacto de 0,07222 Pt y un peso de 350g.

4.7.2. Evaluación de impactos de la aspiradora en su conjunto.

En este apartado se van a evaluar los impactos que produce en el medio la aspiradora en su conjunto, estudiando ahora sí que conjunto de materiales son los más perjudiciales, que piezas, y que procesos de fabricación, mediante un gráfico de árbol y un diagrama de caracterización de impactos ambientales con su tabla correspondiente.

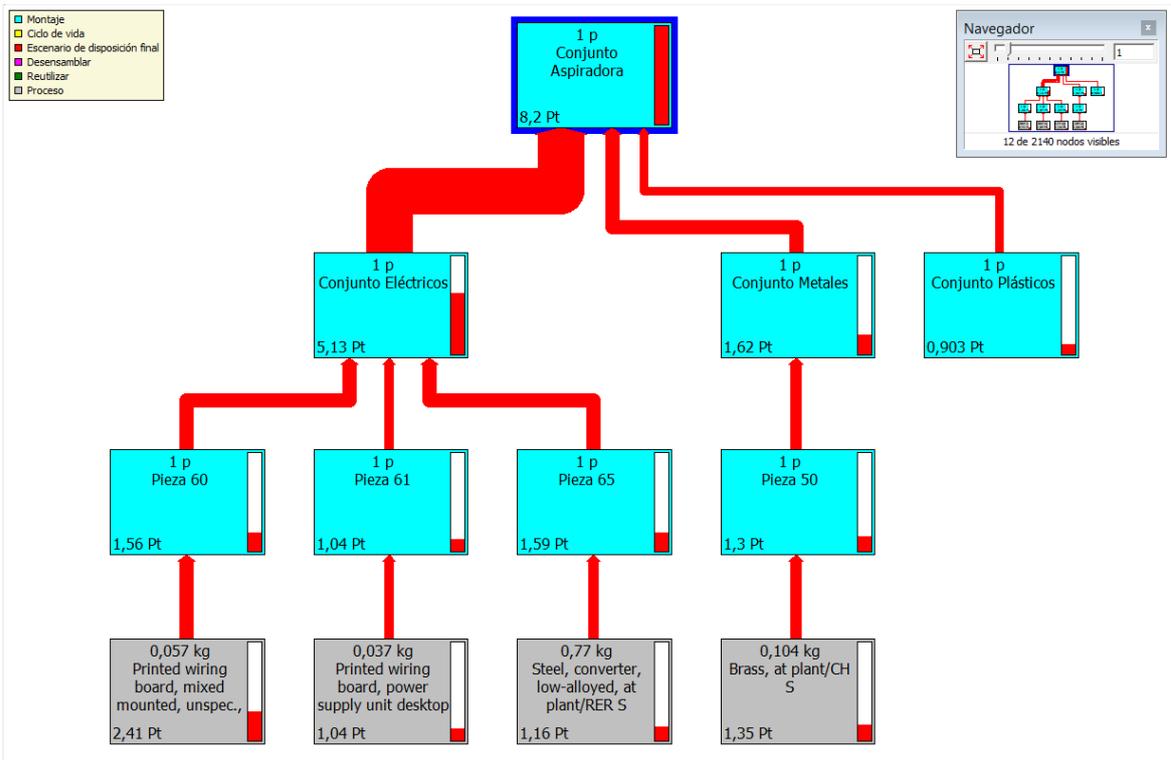


Gráfico 14. Resultados tipo árbol del impacto ambiental del conjunto de la aspiradora. (SimaPro, 2014).

El conjunto de la aspiradora tiene un impacto total de 8,2 Pt, siendo el conjunto eléctrico el que más impacto produce sobre el medio, con 5,13 Pt, y las 3 piezas que se han comentado anteriormente las más perjudiciales, en orden el motor de la aspiradora, los circuitos y por último en enchufe.

El segundo conjunto que más impacto tiene es el de los metales, con 1,62 Pt y como ya se ha dicho antes dentro de este conjunto, la pieza 50 compuesta de latón con 1,3 Pt.

Por último el conjunto de plásticos con un impacto de 0,903 Pt, y la pieza 1 compuesta por ABS con un impacto de 0,903.

Aunque se va a comentar en el apartado de interpretación de resultados, se puede sacar como conclusión que pese a que la cantidad de materiales plásticos es mucho mayor que los eléctricos, son estos últimos los que más impacto ambiental producen.

En el gráfico 15, se puede observar de manera más concreta el impacto ambiental de los diferentes conjuntos de materiales. Para el agotamiento de recursos en nuestro caso de estudio lo más perjudicial son los componentes eléctricos.

Para la salud humana pese a que el conjunto eléctrico es el que más perjudica, el conjunto de plásticos tiene un gran impacto también.

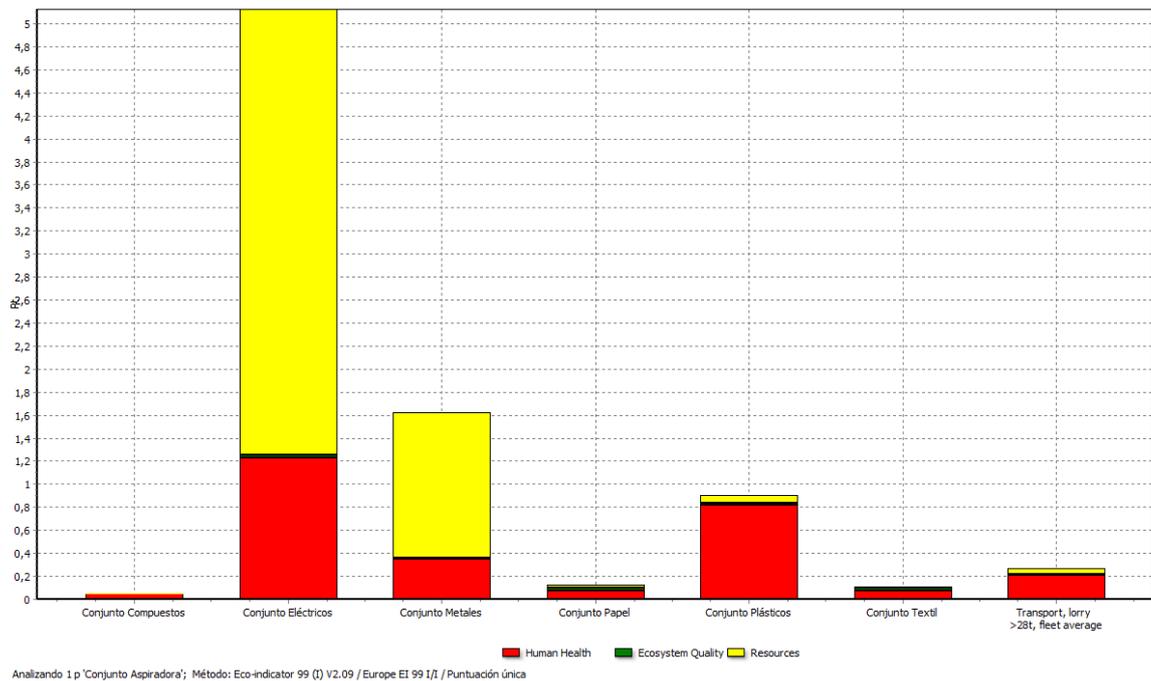


Gráfico 15. Diagrama de caracterización de impactos ambientales de la aspiradora en conjunto. (SimaPro, 2014)

Del gráfico anterior, se puede obtener el impacto de forma numérica, mostrado en la tabla siguiente. En el caso del conjunto de la aspiradora lo más perjudicial tanto para la salud humana, como para el ecosistema y para el agotamiento de recursos es el conjunto de materiales eléctricos.

Daño de categoría	Unidad	Total	Compuestos	Eléctricos	Metales	Papel	Plásticos	Textil
Total	Pt	8,2	0,0507	5,13	1,62	0,127	0,903	0,107
Salud humana	Pt	2,81	0,0495	1,23	0,348	0,0734	0,822	0,0791
Calidad del ecosistema	Pt	0,108	0,000565	0,0295	0,0106	0,0254	0,0131	0,0183
Recursos	Pt	5,28	0,000664	3,87	1,26	0,0279	0,0681	0,0098

Tabla 5. Impacto ambiental del conjunto de la aspiradora. (Elaboración propia, 2014).

4.7.3. Evaluación de impactos del ciclo de vida de la aspiradora.

La evaluación de impactos del ciclo de vida es el objetivo principal de este trabajo, como ya se ha comentado anteriormente el análisis del ciclo de vida completo de un producto según norma considera desde la extracción y adquisición de la materia prima pasando por la producción de la energía y materia, y la fabricación, hasta el uso y tratamiento final de la vida útil y la deposición final.

Se observa en el gráfico tipo árbol de la figura siguiente que el proceso de consumo eléctrico durante su vida útil es lo que más impacto tiene sobre el medio con 54,6 Pt sobre los 63,3 Pt que tiene del ciclo de vida total.

Del total, 8,2 Pt impacta el conjunto de aspiradora, es decir el montaje.

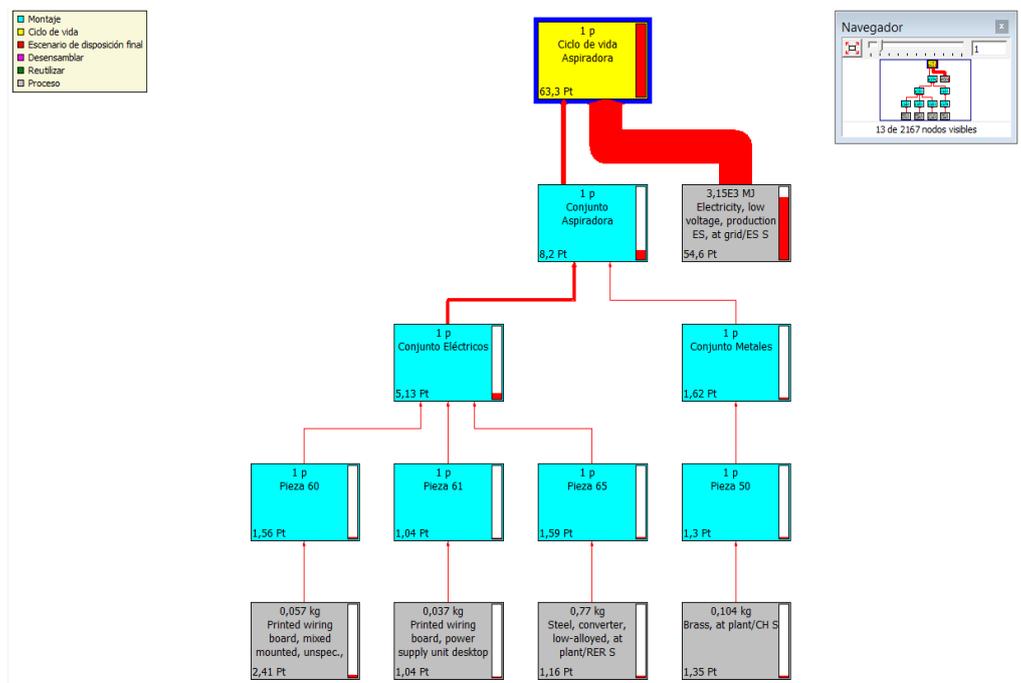


Gráfico 16. Resultados tipo árbol del impacto ambiental del ciclo de vida de la aspiradora. (SimaPro, 2014).

En el gráfico siguiente y su correspondiente tabla numérica, se puede sacar en claro que lo que más impacto sobre el ambiente tiene es la etapa de uso de la aspiradora.

El consumo energético que tiene a lo largo de toda su vida útil, es lo más perjudicial para la salud humana, para el ecosistema y para los recursos (agotamiento de recursos).

El impacto que tiene el transporte y el escenario fin de vida es prácticamente despreciable frente al consumo eléctrico y a la fabricación de la aspiradora. El conjunto de la aspiradora se ha estudiado anteriormente.

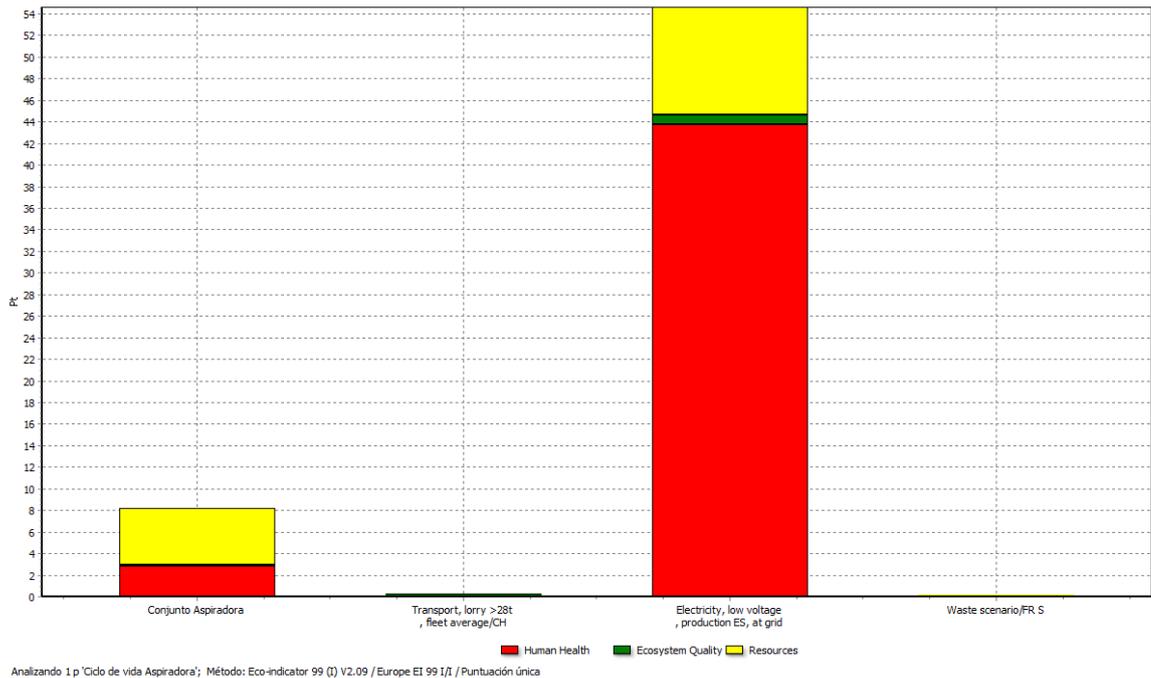


Gráfico 17. Diagrama de caracterización de impactos ambientales del ciclo de vida de la aspiradora. (SimaPro). 2014.

Daño de categoría	Unidad	Total	Conj. Aspiradora	Transporte, camión>28t	Electricidad	Escenario fin de vida
Total	Pt	63,3	8,2	0,264	54,6	0,175
Salud humana	Pt	46,9	2,81	0,21	43,7	0,169
Calidad del ecosistema	Pt	0,986	0,108	0,0111	0,865	0,00087
Recursos	Pt	15,3	5,28	0,0435	10	0,00577

Tabla 6. Impacto ambiental del ciclo de vida de la aspiradora. (Elaboración propia). 2014.

4.8. Interpretación de resultados.

Los resultados obtenidos de los gráficos y tablas anteriores se han ido comentando en cada punto, pero se puede sacar en claro que del ciclo de vida lo que mayor impacto produce es el consumo de electricidad de la etapa de uso, en las hipótesis que se han comentado anteriormente obteníamos un consumo de electricidad de toda su vida útil de 876kW, hoy en día, la producción de energía eléctrica proviene la mayoría de energías no renovables y que producen un gran impacto ambiental.

Respecto a su etapa de producción y montaje, el conjunto de materiales que más impacto produce es el de los eléctricos, después el de los metales y después el de los plásticos, pese a que la cantidad de plástico de la aspiradora sea bastante mayor, los materiales eléctricos tienen un mayor impacto ambiental.

5. PROPUESTAS DE MEJORA.

Debido a que la etapa de mayor impacto ambiental es la etapa de uso, en este caso de estudio la de consumo de energía eléctrica, una posible mejora sería la disminución de este consumo, que esto solo podría ser disminuyendo la potencia de la aspiradora, claro que esto sería empeorar las prestaciones de la misma, por lo que la única mejora en este caso es que la energía eléctrica fuera más limpia, es decir, que la obtención de esta fuera mediante energías renovables, pero esto no depende de nuestro caso de estudio.

Otra posible solución sería la eliminación de algunos metales como el latón que causa un gran impacto ambiental e intentar reducir los materiales eléctricos, también se podría intentar hacer más ligera la aspiradora, aparte de por la comodidad, esto podría producir una disminución de materias primas.

6. CONCLUSIONES.

Las etapas que forman el ciclo de vida de la aspiradora, según se ha establecido a lo largo de todo el trabajo son: fabricación, transporte, uso y fin de vida, cada una de esas etapas está constituida por varios procesos que influyen en mayor o menor medida en el impacto ambiental total de la aspiradora.

Las conclusiones que se pueden sacar de este trabajo a partir de sus resultados son, que la etapa de ciclo de vida que posee un mayor impacto es principalmente la de uso, siguiéndole la etapa de fabricación que, causando un impacto menor que la anterior, también tiene un impacto considerable.

En la etapa de fabricación, el impacto se debe a un elevado consumo de materias primas, y del uso de componentes eléctricos, sobre todo por los circuitos que contiene. El uso de latón, aunque sea en pequeña cantidad produce un gran impacto ambiental.

Se podrían utilizar otros tipos de polímeros con características similares al ABS como el PLA (poliácido láctico), ya que ambos se pueden reciclar en su totalidad, el ABS se puede reutilizar mientras que el PLA aún no. La ventaja fundamental que tiene el PLA sobre el ABS es que no emite gases nocivos, además es biodegradable.

A pesar de lo indicado en el párrafo anterior aconsejamos se siga utilizando ABS, dado que el PLA no aguanta temperaturas mayores de 50-60^o, y esto es un gran inconveniente para el caso de estudio presente.

Durante el procesado de los materiales se produce un alto consumo energético, al igual que un alto nivel de liberación de calor y gases a la atmósfera, con lo que éstos podrían ser utilizados como medida de recuperación energética disminuyendo así ambos parámetros.

Respecto a la etapa de transporte no tiene un gran impacto en comparación a las demás etapas esto puede ser debido a la corta distancia que tiene que recorrer desde su punto de fabricación hasta el punto de venta, y además su distribución se realiza en camión, que produce un menor impacto que si se hiciera en barco o en avión.

La otra etapa de gran impacto ambiental es la etapa de uso, las aspiradoras consumen un elevado nivel de energía mientras están conectados a la red, podría utilizarse otro tipo de aspiradora de menor consumo y de menor volumen.

En lo referente al escenario fin de vida, tenemos cuatro opciones que podemos llevar a cabo: reutilización, reciclaje, valorización energética por incineración y residuos que van a vertedero, el impacto ambiental que produce el fin de vida es prácticamente despreciable frente a las otras etapas del ciclo de vida, esto puede ser debido a que la aspiradora de estudio está compuesta en su mayoría de materiales plásticos, en concreto de ABS que es en su totalidad reciclable y reutilizable.

Se puede concluir que este estudio de Análisis de Ciclo de Vida, cumple con los objetivos inicialmente planteados, permitiendo comparar el impacto ambiental de cada una de las fases del ciclo, y proponiendo mejoras de diseño en aquellas fases donde el impacto es mayor.

7. PRESUPUESTO

En este apartado se va a incluir el coste económico que supondría el proyecto. Se va a estructurar el presupuesto del proyecto en varias categorías:

- Costes producidos por Recursos Humanos
- Costes producidos por Recursos Materiales
- Otros

Como suma de los anteriores costes se obtendrá finalmente el presupuesto global que ha supuesto nuestro proyecto.

7.1. Coste de recursos humanos.

Los costes de recursos humanos son debidos a la mano de obra que actúa en cualquiera de las fases del proyecto.

En el caso de la aspiradora, los dos recursos son:

- El proyectista o becario, con una remuneración económica de 40 €/hora.
- Dos directoras del proyecto, cuya remuneración económica sería de 60 €/hora.

El coste horario se ha supuesto haciendo una similitud a la vida real y suponiendo que la labor del alumno sería equiparable a la de un consultor junior y la labor de las directoras equiparable a un consultor senior.

Recursos Humanos	Cantidad	Horas	Precio (€/hora)	Coste (€)
Alumno (consultor junior)	1	220	40	8800
Directoras (consultor senior)	2	50	60	3000
Total				11800

Tabla 7. Coste de recursos humanos. Elaboración propia. 2014.

Así el coste de recursos humanos alcanza la cifra de **once mil ochocientos euros**.

7.2. Coste de recursos materiales.

En este apartado se considerarán todo los elementos materiales que hayan sido utilizados a lo largo de la realización del proyecto.

Para estos cálculos, se ha tenido en cuenta una amortización lineal, tanto del ordenador, como de las licencias de los distintos programas.

La licencia de Simapro permite instalarlo en varios ordenadores y que sea usado por varios usuarios. Para la licencia del SimaPro se considera que el programa puede usarse por 20 personas al mismo tiempo (número de licencias).

Se han tenido también en cuenta las herramientas necesarias para el desmontaje del producto, destornillador de dos puntas y tenazas, que tendrán un tiempo de amortización y uso único, considerando el coste total de su compra.

Recursos materiales	Precio (€)	Tiempo de amortización (años)	Usuarios que disponen de su uso	Uso	Uso	Coste (€)
Ordenador Toshiba	700	5	1	190h	0,02168	15,17
Licencia de Windows	120	3	1	190h	0,02168	0,273
Licencia de Windows	80	3	1	30h	0,00342	2,6
Licencia de SimaPro	1330	2	20	30h	0,00342	0,2277
Destornillador	4,6	1	1	1 ud	1	4,6
Tenazas	4,2	1	1	1 ud	1	4,2
Total						27,0707

Tabla 8. Coste de los recursos materiales. Elaboración propia. 2014.

Así el coste de los recursos materiales asciende a **veintisiete euros y siete céntimos**.

7.3. Otros costes

En este apartado se consideran los gastos energéticos, de material de oficina, teléfono, conexión de internet, aire acondicionado...

Dado que la mayor parte del trabajo ha sido realizado en aulas u oficinas, se debe de considerar un gasto adicional donde se incluya los gastos de uso cotidiano, tal como fotocopias, bolígrafos, folios, servicio técnico con el equipo informático.... Por ello se ha estipulado un coste adicional de 2€ cada hora, que se catalogarán como gastos suplementarios o gastos de oficina.

Otros gastos de oficina	Horas	Precio (€/hora)	Coste (€)
Gastos de oficina	220	2	440
Total			440

Tabla 9. Coste de los gastos de oficina. Elaboración propia. 2014.

El coste de estos gastos suplementarios asciende a **seiscientos euros**.

7.4. Presupuesto global

El presupuesto global del proyecto es la suma de los tres presupuestos anteriores.

Presupuesto Total	Coste
Gastos de recursos humanos	11800
Gastos de recursos materiales	27,07
Gastos suplementarios de oficina	440
Total	12267,07

Tabla 10. Presupuesto Global. Elaboración propia. 2014.

Al resultado final no se le sumarán impuestos indirectos, ya que se encuentran incluidos en cada uno de los presupuestos parciales.

Finalmente el coste total de la realización del proyecto de “Análisis del impacto ambiental de una aspiradora” asciende a **doce mil doscientos sesenta y siete euros con siete céntimos**.

8. BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS.

- **World Commission on Environment and Development.** Our Common Future (Nuestro Futuro Común). Oxford University Press. New York. 1987. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Kramer García, F.** Educación Ambiental Para El Desarrollo Sostenible. 2003. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Ludevid Ollé, M.** El Cambio Global En El Medio Ambiente. 1996. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Gestión y evaluación medioambiental.** 2012. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Richta, R.** La civilización en la encrucijada. Madrid 1972. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial.** Libro de Proyecto Ambiental, Volumen I, II y III. Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Fecha de consulta junio 2014.
- **SPUPV. 4177.**“Cuadernos de Ingeniería de Proyectos III. Dirección, Gestión y Organización de Proyectos”. 2010. Fecha de consulta mayo, 2014.
- **Capuz, S; Gómez, T, et al.** Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Fecha de consulta junio, 2014.
- **Aranda, A; Zabalza, I.** Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida. 2010. Fecha de consulta junio, 2014.
- **Sánchez, L.E.** As etapas iniciais do processo de avaliação de impacto ambiental. In: S. Goldenstein et alii, Avaliação de impacto ambiental. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, p. 35-55. 1999. Fecha de consulta junio, 2014.
- **Vivanco, M.** Muestreo Estadístico: Diseño y Aplicaciones, Editorial Universitaria, Santiago. 2005. Fecha de consulta junio, 2014.
- **Jordá, A.** Proyecto Fin de Carrera, Universitat Politècnica de València. 2006. Fecha de consulta junio, 2014.
- **BOE. Boletín Oficial del Estado.** *Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.* Fecha de consulta 2014.

- **BOE. Boletín Oficial del Estado.** *Real Decreto 2200/1980, de 26 de septiembre,* sobre reconversión industrial del sector de fabricación de aparatos electrodomésticos de la llamada línea. Fecha de consulta 2014.
- **AENOR. Asociación Española de Normalización y certificación.** Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO 14040:2006). Fecha de consulta 2014.
- **AENOR. Asociación Española de Normalización y certificación.** Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. (ISO 14044:2006). Fecha de consulta 2014.

PÁGINAS WEB.

- **Universidad de Castilla la Mancha.** Fecha de consulta mayo, 2014.
www.uclm.es/users/higuera/mga/Tema06/Tema_06_Residuos_1.htm
- **Universidad Nacional Abierta a Distancia.** Fecha de consulta mayo, 2014.
www.datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/exe/leccin_42_aprovechamiento_de_residuos_de_aparatos_elctricos_y_electrnicos_raee.html
- **Creemos creamos NRG.** Fecha de consulta mayo, 2014.
www.creemoscreamosnrg.com/observatorio-tendencias-rsc/analisis-del-ciclo-de-vida-y-comunicacion-responsable/
- **Universidad de Cádiz.** Fecha de consulta mayo, 2014.
www2.uca.es/grup-invest/cit/mas_AEE.htm
- **Monografías Tesis.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.monografias.com/trabajos16/componentes-electronicos/componentes-electronicos.shtml&usd=2&usq=AFQjCNE_IV9ewh5IN5FUeOSpOLxIax2cQA
- **Proecología.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.proecologia.jimdo.com/consecuencias-globales-y-locales-del-impacto-ambiental/

- **Uniambiental. Unidad Ambiental de Colombia. Alberto Piedra.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.slideshare.net/aniambiental/34-tcnicas-de-evaluacin-de-impactos-ambientales
- **Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia. Bart Van Hoff 2006.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.prezi.com/ywm7fozytr7m/la-herramienta-de-analisis-de-ciclo-de-vida/
- **Contruccion 21. EU. España. 2014.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.construction21.eu/espana/community/pg/groups/532/anlisis-del-ciclo-de-vida-de-productos-y-edificios/
- **Instituto Superior de Medio Ambiente.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.ismedioambiente.com/programas-formativos/simapro-herramienta-de-analisis-de-ciclo-de-vida
- **Solac.** Fecha de consulta junio, 2014. Fecha de consulta junio, 2014.
www.ciao.es/Solac_AS_3200_Turbo_AIR_P_473344
- **Aspiradoras.** Fecha de consulta junio, 2014. Fecha de consulta junio, 2014.
www.aspiradoras.us/electrica/autos/evolucion-de-las-aspiradoras/
- **Robot aspirador.** Fecha de consulta junio, 2014. Fecha de consulta junio, 2014.
www.turobotaspirador.com/inventor-robot-aspirador/
- **Tesis doctorales en red.** Fecha de consulta junio, 2014. Fecha de consulta junio, 2014.
www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Laql04de09.pdf?sequence=4
- **Programa de las naciones Unidas para el Medio Ambiente.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.pnuma.org

- **Enciclopedia Universal académica.** Fecha de consulta junio, 2014.
www.encyclopedia_universal.esacademic.com, 2014
- **IT Green. Efficiency & Sustainable Technology.** Fecha de consulta junio, 2014.
<http://www.itgreen.es/que-es-green-it/normativas-medioambientales>

los fines de este real decreto. En el mismo plazo deberán elaborar los correspondientes planes de emergencia.

Disposición adicional sexta. *Adaptación de los planes de estudios.*

En el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de este real decreto deberán efectuarse las adaptaciones necesarias de los planes de estudios de los centros de formación del Cuerpo de la Guardia Civil, para asegurar la formación básica que en materia de prevención de riesgos laborales se recoge en esta norma.

Disposición adicional séptima. *Adaptación de manuales e instrucciones.*

En el plazo de un año a partir de la constitución de los órganos de prevención, previo informe del Servicio de Prevención respecto de las medidas preventivas sobre seguridad y salud en el desempeño de las funciones propias del Cuerpo de la Guardia Civil, los manuales e instrucciones para servicio, los libros de organización y de régimen interior y las demás medidas que sobre esta materia haya dictado la Dirección General de la Guardia Civil se adaptarán a las disposiciones contenidas en este real decreto.

Disposición derogatoria única. *Alcance de la derogación normativa.*

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este real decreto.

Disposición final primera. *Habilitación normativa.*

Se faculta al Ministro del Interior para dictar las disposiciones complementarias que sean precisas para el desarrollo de este real decreto.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 18 de febrero de 2005.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

3242 REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

La Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, modificada en su artículo 9 por la Directiva 2003/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de diciembre de 2003, tiene como objetivos reducir la cantidad de estos residuos y la peligrosidad de los componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental. Para lograr dichos objetivos establece una serie de normas aplicables a la fabricación del

producto y otras relativas a su correcta gestión ambiental cuando devenga residuo.

Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos o electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores, usuarios, y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos.

Este real decreto, que incorpora al derecho interno las mencionadas directivas, se dicta al amparo de lo establecido en los artículos 1 y 7 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, que faculta al Gobierno para fijar disposiciones particulares relativas a la producción y gestión de determinados tipos de residuos de manera que se facilite su reutilización, reciclado y valorización.

De acuerdo con lo anterior, este real decreto establece medidas de prevención desde la fase de diseño y fabricación de los aparatos eléctricos o electrónicos tendentes sobre todo a limitar la inclusión en ellos de sustancias peligrosas. Se incorpora así lo dispuesto en la Directiva 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos o electrónicos, y se permite, de conformidad con la normativa comunitaria, un período de adaptación en cuya virtud tales restricciones serán definitivamente exigibles a los aparatos que salgan al mercado a partir del 1 de julio de 2006.

Por otra parte, se determina cómo gestionar los aparatos eléctricos o electrónicos para minimizar la afección ambiental de este tipo de residuos con especial consideración de los procedentes de hogares particulares, debido a su porcentaje mayoritario en el cómputo total de residuos de estos aparatos.

En primer lugar, se establece que los últimos poseedores podrán devolver los aparatos, sin coste, a los distribuidores o a las entidades locales que recepcionarán temporalmente los procedentes de hogares particulares y, previo acuerdo voluntario, los de uso profesional. Posteriormente, los productores deberán hacerse cargo de ellos y proceder a su correcta gestión. Si éstos no realizan por sí mismos dicha gestión, deberán entregarlos a gestores autorizados o participar en sistemas integrados de gestión en los que pueden intervenir los distintos agentes económicos.

Asimismo, el real decreto concreta las operaciones de su tratamiento, que deben ajustarse a las mejores técnicas disponibles, en el sentido de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, y establece, además, el régimen jurídico dependiendo de las características de las operaciones y la peligrosidad de los componentes que constituyan el objeto de la gestión.

En aplicación del principio «quien contamina paga» el productor debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de los aparatos eléctricos o electrónicos que se pongan en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005. Se prevé, asimismo, la financiación de los costes de gestión de los residuos procedentes de aparatos puestos en el mercado antes de dicha fecha dependiendo de si aquéllos proceden de hogares particulares o de uso profesional.

Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos deberán inscribirse o estar inscritos en el Registro de establecimientos industriales constituido al amparo de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y del Reglamento del Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, aprobado por el Real Decreto 697/1995, de 28 de abril.

Por otra parte, los aparatos que se pongan en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005 se marcarán para identificar a su productor y para constatar que han sido puestos en el mercado después de dicha fecha, y se etiquetarán, además, con el símbolo recogido en el anexo V, indicativo de la necesaria recogida selectiva y diferenciada del resto de basuras urbanas, y según el estándar europeo desarrollado a tal fin.

Por último, se establecen los requisitos técnicos tanto de las instalaciones de recepción, incluso provisional, como los de las instalaciones de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos y se determina la información que los distintos agentes económicos deben remitir a las comunidades autónomas y al Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, así como la que éstos deben enviar al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a la Unión Europea.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 25 de febrero de 2005,

DISPONGO:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

Este real decreto tiene por objeto, mediante la transposición de las Directivas 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y 2003/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de diciembre de 2003, por la que se modifica la Directiva 2002/96/CE, establecer medidas para prevenir la generación de residuos procedentes de aparatos eléctricos y electrónicos y reducir su eliminación y la peligrosidad de sus componentes, así como regular su gestión para mejorar la protección del medio ambiente.

Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores, usuarios y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos.

Este real decreto se aplica a todos los aparatos eléctricos y electrónicos que figuran en las categorías indicadas en el anexo I, y se excluyen los que formen parte de otro tipo de aparato no incluido en su ámbito de aplicación y los equipos destinados a fines específicamente militares, necesarios para la seguridad nacional.

Artículo 2. Definiciones.

A los efectos de este real decreto, se entenderá por:

a) Aparatos eléctricos y electrónicos: aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos.

b) Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.

Se entenderá por residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de hogares particulares los procedentes de domicilios particulares y de fuentes comer-

ciales, industriales, institucionales y de otro tipo que, por su naturaleza y cantidad, son similares a los procedentes de hogares particulares. Estos residuos tendrán la consideración de residuos urbanos, según la definición del artículo 3.b) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

c) Productores de aparatos eléctricos y electrónicos: las personas físicas o jurídicas que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica, fabriquen y vendan aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias, pongan en el mercado con marcas propias los aparatos fabricados por terceros y los que los importen de o exporten a terceros países. No se considerará productor al distribuidor si la marca del productor figura en el aparato, cuando el propietario de esa marca esté registrado en el Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal a que se refiere la disposición adicional primera.

No tendrá la condición de productor la persona física o jurídica que exclusivamente financie operaciones de puesta en el mercado, salvo que actúe como productor según alguno de los casos previstos en el párrafo anterior.

d) Distribuidor o vendedor: cualquier persona que suministre aparatos eléctricos y electrónicos, en condiciones comerciales, a otra persona o entidad que sea usuario final de dicho producto.

e) Tratamiento: cualquier actividad posterior a la entrega de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a una instalación para su descontaminación, desmontaje, trituración, valorización o preparación para su eliminación y cualquier otra operación que se realice con fines de valorización y/o eliminación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

f) Sustancia o preparado peligrosos: cualquier sustancia o preparación que se identifica como «peligrosa» en el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, o en el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.

Artículo 3. Medidas de prevención.

Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, de sus materiales y de sus componentes deberán:

a) Diseñar todos los aparatos y las bombillas y luminarias de hogares particulares, de forma que no contengan plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, polibromobifenilos o polibromodifeniléteres, salvo las excepciones y con las condiciones que se establecen en el anexo II. Esta medida no afectará a los aparatos incluidos en las categorías 8 y 9 del anexo I.

Asimismo, y con las excepciones que se establecen en el citado anexo II, en la reparación o reutilización de aparatos eléctricos y electrónicos no se podrán emplear piezas y componentes fabricados con las sustancias establecidas en el párrafo anterior.

b) Diseñar y producir los aparatos de forma que se facilite su desmontaje, reparación y, en particular, su reutilización y reciclaje. A tal efecto, no se adoptarán características específicas de diseño o procesos de fabricación de dichos aparatos que impidan su reutilización, salvo que dichas características presenten grandes ventajas para el medio ambiente o la seguridad del aparato.

c) Proporcionar a los gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en la medida en que éstos lo soliciten, la oportuna información para el desmontaje que permita la identificación de los distintos componentes y materiales susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias y preparados peligrosos y la forma de alcanzar en cada aparato los corres-

pondientes objetivos de reutilización, reciclado y valorización exigidos en el artículo 9. Dicha información se facilitará, en el soporte que en cada caso se estime conveniente, en el plazo máximo de un año a partir de la puesta en el mercado de cada tipo de aparato.

d) Informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de hogares particulares, los sistemas de devolución y su gratuidad y su recogida selectiva. También se informará sobre el significado del símbolo del anexo V en las instrucciones de uso, garantía o documentación que acompañen al aparato, así como los posibles efectos sobre el medio ambiente o la salud humana de las sustancias peligrosas que pueda contener.

Artículo 4. *Entrega de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.*

1. Los usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos utilizados en sus hogares deberán entregarlos, cuando se deshagan de ellos, para que sean gestionados correctamente.

La entrega será, al menos, sin coste para el último poseedor.

2. A tal fin, cuando el usuario adquiera un nuevo producto, que sea de tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo en el acto de la compra al distribuidor, que deberá recepcionarlo temporalmente, siempre que contenga los componentes esenciales y no incluya otros residuos no pertenecientes al aparato. A tal fin, los productores y distribuidores podrán pactar la forma y condiciones en que tal recepción temporal se llevará a cabo, así como la recogida que se realice según el apartado 7.

3. Las entidades locales de más de 5.000 habitantes deberán asegurar a través de sus sistemas municipales, en el marco de sus competencias en materia de gestión de residuos urbanos, la recogida selectiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de los hogares. En los municipios de 5.000 habitantes o menos, o sus agrupaciones, se llevará a cabo en los términos que establezca la normativa de su respectiva comunidad autónoma. En todo caso, dispondrán de un número suficiente de instalaciones distribuidas de acuerdo con criterios, entre otros, de accesibilidad, disponibilidad y densidad de población.

4. Los productores establecerán sistemas para la recogida selectiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que no procedan de los hogares particulares y para que sean transportados a los centros de tratamiento autorizados. El productor será responsable de la gestión de sus residuos.

5. Mediante acuerdos voluntarios, las entidades locales o sus agrupaciones podrán recepcionar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no procedentes de hogares particulares, sin coste para ellas. La recepción se realizará de manera diferenciada al resto de residuos urbanos y en la forma que establezcan las correspondientes ordenanzas municipales.

6. Cuando la recogida de los residuos prevista en los apartados 2, 3 y 4 implique riesgo sanitario o de seguridad para la salud de las personas, por estar contaminados, podrá rechazarse su devolución. En estos casos el último poseedor de los residuos será el responsable de que se gestionen correctamente y se les aplicará la normativa que corresponda.

7. Los productores, desde los distribuidores o desde las instalaciones municipales, tendrán la obligación de recoger con la periodicidad necesaria y trasladar los residuos de sus productos a instalaciones autorizadas para que sean tratados. En estas instalaciones se llevarán a

cabo los muestreos y triages que permitan caracterizar y clasificar los residuos, y se aplicará a cada fracción resultante la legislación específica que le corresponda.

Podrán llevar a cabo dicha gestión de forma individual, garantizando que se cumplen los objetivos de gestión establecidos en este real decreto o participando en un sistema integrado de gestión.

Artículo 5. *Tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.*

1. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan materiales o elementos peligrosos serán descontaminados. La descontaminación incluirá, como mínimo, la retirada selectiva de los fluidos, componentes, materiales, sustancias y preparados, de conformidad con lo establecido en el anexo III.

2. Las operaciones de tratamiento tendrán como prioridad, por este orden, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación. A las operaciones de valorización les será de aplicación el régimen jurídico establecido en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, atendiendo a las características de las operaciones y a la peligrosidad de los componentes que constituyan el objeto de la gestión.

3. Todas las operaciones de tratamiento se realizarán aplicando mejores técnicas disponibles. En particular, las operaciones de traslado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se realizarán de tal modo que se pueda lograr la mejor descontaminación, reutilización y el reciclado de los aparatos enteros o sus componentes.

4. Las comunidades autónomas y las entidades locales promoverán la adopción de sistemas certificados de gestión ambiental, internacionalmente aceptados, para las actividades de gestión ambiental de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

5. La entrada o salida del territorio nacional de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para su tratamiento se ajustará a las normas sobre traslado de residuos establecidas en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, y en el Reglamento (CEE) n.º 259/93 del Consejo, de 1 de febrero de 1993, relativo a la vigilancia y al control de los traslados de residuos en el interior, a la entrada y a la salida de la Comunidad Europea.

Artículo 6. *Requisitos técnicos de las instalaciones de recogida y tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.*

1. Las instalaciones en las que se recojan residuos eléctricos y electrónicos, incluso temporalmente, excluidos los establecimientos de los distribuidores, y en las que se realicen operaciones de tratamiento de estos residuos deberán cumplir, como mínimo, los requisitos técnicos recogidos en el anexo IV.

Además, tanto las instalaciones de tratamiento como los espacios de almacenamiento temporal previstos en los municipios, en los casos en que lo exija la legislación autonómica que les sea de aplicación, deberán estar autorizadas por el órgano competente de las comunidades autónomas donde se encuentren emplazadas.

2. Las instalaciones de tratamiento llevarán un registro de su actividad, cuyo contenido se ajustará a lo prevenido en el artículo 13.3 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

Artículo 7. *Obligaciones de los productores de aparatos eléctricos o electrónicos.*

1. Cada productor deberá adoptar las medidas necesarias para que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por él puestos en el mercado sean recogidos de

forma selectiva y tengan una correcta gestión ambiental, salvo que se reutilicen como aparatos enteros. A tal fin, los productores establecerán sistemas para recoger y gestionar el tratamiento de los residuos procedentes de sus aparatos, según lo previsto en los artículos 4, 5 y 6, y financiarán los costes inherentes a dicha gestión. Estos costes no serán mostrados a los consumidores de manera separada en el momento de la venta.

Los productores cumplirán las obligaciones establecidas en el párrafo anterior bien de forma individual, según lo previsto en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, bien a través de uno o varios sistemas integrados de gestión en la forma establecida en el artículo 8 de este real decreto.

2. A los efectos de la financiación de la recogida selectiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de los hogares, y en virtud del artículo 7 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, los productores que gestionen individualmente sus residuos y los sistemas integrados de gestión que puedan constituirse al amparo del artículo 8 de este real decreto deberán sufragar el coste de dicha recogida selectiva desde los puntos de entrega. Para ello podrán suscribir un convenio marco con las comunidades autónomas, al que podrán adherirse voluntariamente los entes locales, de forma que facilite a éstos la percepción de los costes adicionales efectivamente soportados por la recogida selectiva de este tipo de residuos.

En la negociación del convenio marco, las comunidades autónomas garantizarán la participación de los entes locales, los cuales aportarán, a estos efectos, las pruebas documentales que sean precisas para el cálculo de los costes adicionales que tengan efectivamente que soportar.

De igual manera, los productores de aparatos eléctricos y electrónicos podrán suscribir convenios directamente con las entidades locales, con este mismo fin.

3. Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos declararán a la comunidad autónoma donde se encuentre ubicada su sede social y al Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal la condición de productor y el procedimiento elegido para el cumplimiento de las obligaciones establecidas en este artículo.

4. Los productores que no participen en un sistema integrado de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y establezcan un sistema individual de gestión específico para sus productos presentarán ante el órgano competente de la comunidad autónoma donde hubieran declarado su condición de productor la documentación acreditativa de la creación de dicho sistema individual de gestión, con el contenido mínimo que se recoge en el anexo VI. Éste deberá garantizar:

- Que con ello no se dificultará la devolución de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos al usuario final.
- Que la gestión seguirá siendo gratuita para el usuario final que entregue residuos de origen doméstico.
- Que se asegura el cumplimiento de las obligaciones establecidas en este real decreto.
- Que se pueden lograr los objetivos señalados en el artículo 9.

Las comunidades autónomas comunicarán al Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal las autorizaciones de los sistemas individuales en su territorio.

5. Aquellos productores que se acojan a un sistema individual de gestión deberán garantizar la financiación de la gestión de todos los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos puestos por él en el mercado. La garantía podrá consistir en un seguro de reciclado o en una cuenta bancaria bloqueada.

Artículo 8. *Sistemas integrados de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.*

1. Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos podrán cumplir las obligaciones establecidas en el apartado 1 del artículo anterior participando, en colaboración con otros agentes económicos, en uno o varios sistemas integrados de gestión.

2. Los sistemas integrados de gestión deberán ser autorizados por las comunidades autónomas en las que se implanten territorialmente y se dará publicidad a su autorización en el correspondiente diario oficial.

3. Las solicitudes de autorización de los sistemas integrados de gestión contendrán, al menos, las siguientes determinaciones:

- Los productores adheridos al sistema integrado de gestión.
- El ámbito de aplicación territorial del sistema integrado de gestión.
- La identificación y el domicilio de la entidad, con personalidad jurídica propia y sin ánimo de lucro, a la que se atribuirá la gestión del sistema.
- La identificación de los puntos de recogida y de los gestores que realizarán la gestión de los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos.
- La cantidad que se prevé recoger y porcentajes previstos de reutilización, reciclado y valorización con sus correspondientes plazos y mecanismos de seguimiento, control de funcionamiento y verificación del grado de cumplimiento. Dichos porcentajes en ningún caso serán inferiores a los que se fijan en el artículo 9.
- Los mecanismos de financiación y garantías que se establecen.
- Los procedimientos para el suministro de información a las Administraciones públicas.
- La fecha de aprobación de su actividad como sistema integrado de gestión o gestor de aparatos eléctricos y electrónicos por la comunidad autónoma en la que se encuentran ubicadas su sede social o las instalaciones de valorización.

4. Las autorizaciones de los sistemas integrados de gestión se concederán por cinco años renovables sucesivamente por períodos iguales.

Artículo 9. *Objetivos de recogida, valorización, reutilización y reciclado.*

1. Antes del 31 de diciembre de 2006 se deberán cumplir, como mínimo, los siguientes objetivos de recogida, de reutilización y reciclado y de valorización:

- Se recogerán selectivamente cuatro kilogramos, de media, por habitante y año de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de hogares particulares.
- De los grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras se valorizará, por categoría, el 80 por ciento del peso de cada tipo de aparato. De los componentes, materiales y sustancias se reutilizará y reciclará, por categoría, el 75 por ciento del peso de cada tipo de aparato.
- De los equipos informáticos y de telecomunicaciones y de electrónica de consumo se valorizará, por categoría, el 75 por ciento del peso de cada tipo de aparato. De los componentes, materiales y sustancias se reutilizará y reciclará, por categoría, el 65 por ciento del peso de cada tipo de aparato.
- De los pequeños electrodomésticos, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas de gran envergadura), juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre y los instrumentos de vigilancia y control se valorizará,

por categoría, el 70 por ciento del peso de cada tipo de aparato. De los componentes, materiales y sustancias se reutilizará y reciclará, por categoría, el 50 por ciento del peso de cada tipo de aparato.

e) El porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias de lámparas de descarga de gas deberá alcanzar el 80 por ciento del peso de las lámparas.

2. Para el cómputo de dichos objetivos se tendrán en cuenta los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos enviados a tratamiento a otros Estados de la Unión Europea o a terceros países, siempre que se acredite que las operaciones de valorización, reutilización, reciclado o eliminación se realizan de acuerdo con la normativa comunitaria en materia de medio ambiente, seguridad e higiene laboral y con lo establecido en este real decreto para las operaciones de tratamiento.

Los aparatos reutilizados enteros no contabilizarán en el cálculo de los objetivos de valorización fijados en el apartado 1.b), c), d) y e), hasta el mes de diciembre de 2008.

Artículo 10. *Marcado de aparatos eléctricos o electrónicos.*

Todos los aparatos deberán marcarse para identificar al productor y para dejar constancia de que han sido puestos en el mercado después del 13 de agosto de 2005, según el estándar europeo desarrollado a este fin. Además, los destinados a los hogares se marcarán mediante el símbolo contenido en el anexo V. Excepcionalmente, si el aparato no puede etiquetarse por su dimensión o por la función que debe desarrollar, el símbolo se estampará en el envase, en las instrucciones de uso y en la garantía del aparato.

Artículo 11. *Información a las comunidades autónomas.*

1. Los productores que no participen en un sistema integrado de gestión remitirán anualmente al órgano competente de la comunidad autónoma donde radique su sede social los siguientes datos, certificados por un auditor externo, expresados en kilogramos o, si esto no fuera posible, en número de aparatos:

a) Los aparatos eléctricos y electrónicos, por tipo de aparato puesto en el mercado, en el ámbito nacional en el año precedente.

b) Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos a los distribuidores o a entidades locales.

c) Los residuos gestionados directamente, así como los entregados a gestores autorizados para su tratamiento.

d) El cumplimiento de los objetivos.

2. Los sistemas integrados de gestión de aparatos eléctricos y electrónicos, en los tres primeros meses de cada año, remitirán al órgano competente de la comunidad autónoma autorizante un informe certificado por un auditor externo, referido a su actividad en el año anterior, en el que, como mínimo, se relacionen:

a) Las cantidades de cada tipo de aparato puestas en el mercado en el nivel nacional.

b) Las cantidades finales de residuos gestionados, por categorías de productos y materiales, en cada comunidad autónoma.

3. Las empresas que realicen operaciones de tratamiento, especificadas en el artículo 5.1 facilitarán anualmente los datos registrados al órgano competente de la respectiva comunidad autónoma. Los demás agentes económicos que realicen operaciones de gestión remitirán

al órgano autonómico competente la información sobre las cantidades de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por ellos gestionados en esa comunidad autónoma, así como los enviados a otras comunidades autónomas.

4. Los datos correspondientes a los residuos tratados según el artículo 9.2 se remitirán por el centro de tratamiento al órgano competente de la comunidad autónoma desde la que se ha realizado el envío de los residuos.

Artículo 12. *Información al Ministerio de Medio Ambiente.*

Para cumplir las obligaciones de suministrar información a la Comisión Europea, y para actualizar el Inventario nacional de residuos, las comunidades autónomas remitirán, dentro de los seis primeros meses de cada año, a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente un informe resumen, referido al año anterior, en el que figuren, expresados en kilogramos o, si no es posible, en número de aparatos, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos, así como los porcentajes de reutilización, reciclado y valorización alcanzados en esa comunidad autónoma.

Tal información podrá proporcionarse directamente o a través de las entidades gestoras, cuando se trate de acuerdos voluntarios y sistemas integrados de gestión, y se hará siguiendo el estándar europeo desarrollado a tal fin.

Artículo 13. *Régimen sancionador.*

Las infracciones cometidas contra lo dispuesto en este real decreto estarán sometidas al régimen sancionador regulado en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, y en la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Disposición adicional primera. *Inscripción en el Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal.*

1. Todos los productores de aparatos eléctricos y electrónicos deberán inscribirse o estar inscritos en el Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal constituido al amparo de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y del Reglamento del Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, aprobado por el Real Decreto 697/1995, de 28 de abril.

2. En el Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal se creará una sección especial para los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, a la que tendrán que remitir la siguiente información:

a) La identificación del productor.

b) La comunicación del productor, con indicación de la comunidad autónoma y de la fecha de la comunicación a ésta como productor.

c) El procedimiento para cumplir con las obligaciones de gestión de los residuos de sus aparatos:

1.º Si es sistema colectivo, la identificación de los sistemas integrados de gestión.

2.º Si es sistema individual, la indicación, como mínimo, del tipo y cuantía de la garantía.

En ambos casos se acompañará la documentación acreditativa correspondiente.

d) Los aparatos puestos en el mercado:

1.º Categoría.

2.º Tipo de aparatos.

3.º Origen:

Fabricados y puestos en el mercado por la misma empresa.

Fabricados por otra empresa en España.

Importados.
Exportados.
Adquiridos en un país de la UE.

4.º Cantidades. Peso en toneladas y, si no es posible, en unidades.

5.º Usos:

Hogares.
No hogares.
Ambos usos.

3. Cada tres meses, el citado registro comunicará a cada productor la cuota de mercado que le corresponde, por tipo de aparato, a los efectos del reparto de las cargas económicas que conlleva la gestión de sus residuos. El cálculo de la cuota se basará en los datos aportados por cada productor en el trimestre anterior. A esta información le será de aplicación el segundo párrafo del artículo 14.1 del Reglamento del Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal, aprobado por el Real Decreto 697/1995, de 25 de abril, sin perjuicio de lo establecido en el apartado siguiente.

4. El registro remitirá en los tres primeros meses de cada año a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente un informe resumen en el que figuren las cantidades de cada tipo de aparatos puestos en el mercado en el ámbito nacional por cada productor, en el año anterior:

- Fabricados y vendidos con marca propia.
- Vendidos, con marca propia, fabricados por terceros.
- Importados.
- Exportados.

Disposición adicional segunda. *Financiación de la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005 y de aparatos que no procedan de hogares particulares.*

1. Los costes de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005 se financiarán:

a) Si los residuos proceden de hogares particulares y son recogidos en las instalaciones establecidas de conformidad con los apartados 2 y 3 del artículo 4, de forma colectiva por todos los productores existentes en el mercado en ese momento, en proporción a su cuota de mercado por tipo de aparato.

b) Si los residuos no proceden de hogares particulares y los aparatos se sustituyen por otros nuevos equivalentes o que desempeñen las mismas funciones, el coste de la gestión correrá a cargo de los productores de esos aparatos cuando los suministren. Si el usuario únicamente entrega el aparato usado para que sea gestionado, el coste de la gestión será a su cargo.

2. Los productores y usuarios de aparatos que no procedan de hogares particulares podrán estipular mediante acuerdo otra financiación de la gestión de los residuos distinta de la prevista en el apartado anterior y en el artículo 7.1.

En este caso, cuando el usuario profesional asuma la gestión del residuo, deberá cumplir con las obligaciones de garantizar la valorización, el reciclaje y el suministro de la información establecidos en este real decreto.

Disposición adicional tercera. *Prevención de riesgos laborales.*

En materia de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, se estará a lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales,

y su normativa de desarrollo y, específicamente, en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, y en el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Disposición transitoria única. *Información sobre la repercusión en el precio del producto de los costes de la gestión de residuos históricos.*

En los aparatos puestos en el mercado a partir de la entrada en vigor de este real decreto, los productores deberán informar a los usuarios sobre la repercusión en su precio final de los costes de gestión de los aparatos existentes en el mercado antes del 13 de agosto de 2005, cuando devengan residuos. Dicha información deberá especificarse en la factura. Dicha obligación podrá mantenerse hasta el 13 de febrero del año 2011, salvo para los aparatos incluidos en la categoría 1 del anexo I, respecto de los cuales podrá prorrogarse hasta el 13 de febrero del año 2013.

Disposición final primera. *Títulos competenciales.*

Este real decreto tiene naturaleza de legislación básica de acuerdo con lo establecido en el artículo 149.1.13.ª y 23.ª de la Constitución.

Disposición final segunda. *Desarrollo, aplicación y adaptación del real decreto.*

1. Por los Ministros de Industria, Turismo y Comercio y de Medio Ambiente se dictarán conjunta o separadamente, según las materias de que se trate, y en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones que exija el desarrollo y aplicación de este real decreto.

2. Se faculta a los Ministros de Industria, Turismo y Comercio y de Medio Ambiente para, en los mismos términos del apartado anterior, introducir en este real decreto y, en particular, en sus anexos, cuantas modificaciones de carácter técnico fuesen precisas para mantenerlo adaptado a las innovaciones técnicas que se produzcan y especialmente a lo dispuesto en la normativa comunitaria.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

1. Este real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

2. No obstante lo anterior:

a) La prohibición de utilizar sustancias peligrosas en los aparatos eléctricos y electrónicos y de utilizar piezas y componentes con las mencionadas sustancias en la reparación, ampliación y reutilización de dichos aparatos, recogida en el apartado 1 del artículo 3, sólo será exigible a los aparatos puestos en el mercado a partir del 1 de julio de 2006.

b) La obligación de suministrar a los gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos información de desmontaje, recogida en el apartado 3 del artículo 3, será exigible desde el 13 de agosto de 2005.

c) La obligación de marcado establecida en el artículo 10 será exigible a los aparatos puestos en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005.

d) La obligación de los productores de establecer sistemas de gestión de los residuos de sus propios aparatos

tos y de su financiación, recogida en el artículo 7.1, será exigible a partir del 13 de agosto de 2005.

Dado en Madrid, el 25 de febrero de 2005.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I

Categorías de aparatos eléctricos o electrónicos incluidos en el ámbito de aplicación de este real decreto. Lista indicativa de productos, según las categorías

Categorías

1. Grandes electrodomésticos.
2. Pequeños electrodomésticos.
3. Equipos de informática y telecomunicaciones.
4. Aparatos electrónicos de consumo.
5. Aparatos de alumbrado.
6. Herramientas eléctricas o electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente, de gran envergadura e instaladas por profesionales).
7. Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre.
8. Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados).
9. Instrumentos de vigilancia o control.
10. Máquinas expendedoras.

Lista indicativa de productos comprendidos en las citadas categorías

1. Grandes electrodomésticos:
Grandes equipos refrigeradores.
Frigoríficos.
Congeladores.
Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
Lavadoras.
Secadoras.
Lavavajillas.
Cocinas.
Estufas eléctricas.
Placas de calor eléctricas.
Hornos de microondas.
Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
Aparatos de calefacción eléctricos.
Radiadores eléctricos.
Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
Ventiladores eléctricos.
Aparatos de aire acondicionado.
Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
2. Pequeños electrodomésticos:
Aspiradoras.
Limpiamoquetas.
Otros aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento.
Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
Tostadoras.
Freidoras.
Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
Cuchillos eléctricos.

Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.

Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.

Balanzas.

3. Equipos de informática y telecomunicaciones:

a) Proceso de datos centralizado:

Grandes ordenadores.
Miniordenadores.
Unidades de impresión.

b) Sistemas informáticos personales:

Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).

Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).

Ordenadores portátiles tipo «notebook».

Ordenadores portátiles tipo «notepad».

Impresoras.

Copiadoras.

Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.

Calculadoras de mesa o de bolsillo.

Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.

Sistemas y terminales de usuario.

Terminales de fax.

Terminales de télex.

Teléfonos.

Teléfonos de pago.

Teléfonos inalámbricos.

Teléfonos celulares.

Contestadores automáticos.

Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.

4. Aparatos electrónicos de consumo:

Radios.

Televisores.

Videocámaras.

Videos.

Cadenas de alta fidelidad.

Amplificadores de sonido.

Instrumentos musicales.

Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.

5. Aparatos de alumbrado:

Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.

Lámparas fluorescentes rectas.

Lámparas fluorescentes compactas.

Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.

Lámparas de sodio de baja presión.

Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.

6. Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales):

Taladradoras.

Sierras.

Máquinas de coser.

Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar,

encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.

Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.

Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.

Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.

Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.

Otras herramientas.

7. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre:

Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.

Consolas portátiles.

Videojuegos.

Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.

Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.

Máquinas tragaperras.

Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.

8. Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):

Aparatos de radioterapia.

Cardiología.

Díálisis.

Ventiladores pulmonares.

Medicina nuclear.

Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.

Analizadores.

Congeladores.

Pruebas de fertilización.

Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.

9. Instrumentos de vigilancia y control:

Detector de humos.

Reguladores de calefacción.

Termostatos.

Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.

Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).

10. Máquinas expendedoras:

Máquinas expendedoras de bebidas calientes.

Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.

Máquinas expendedoras de productos sólidos.

Máquinas expendedoras de dinero.

Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

ANEXO II

Excepciones a las prohibiciones de utilizar plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente en los materiales y componentes de los aparatos eléctricos y electrónicos

a) Mercurio:

En lámparas fluorescentes compactas, si no sobrepasan los 5 mg por unidad.

En lámparas fluorescentes rectas para usos generales, si no sobrepasan:

Halofosfato: 10 mg.

Trifosfato con vida normal: 5 mg.

Trifosfato con vida larga: 8 mg.

En lámparas fluorescentes rectas para usos especiales. En lámparas no mencionadas específicamente en el presente Anexo

Otras aplicaciones que no excedan los valores máximos tolerables de concentración que se establezcan.

b) Plomo:

En el vidrio de los tubos catódicos, componentes electrónicos y tubos fluorescentes.

Como elemento de aleación en acero hasta el 3,5 por ciento en peso, en aluminio que contenga 0,4 por ciento en peso y en las aleaciones de cobre que contengan hasta el 4 por ciento en peso

En soldaduras del tipo de alta fusión (es decir, soldaduras de aleación estaño-plomo que contengan más de 85 por ciento de plomo).

En soldaduras para servidores, sistemas y redes de almacenamiento (excepción concedida hasta el 2010).

En soldaduras de equipos de infraestructura de redes de conmutación señalización, transmisión, así como redes de telecomunicación.

En componentes cerámicos para aplicaciones electrónicas (por ejemplo, dispositivos piezoelectrónicos).

Otras aplicaciones que no excedan los valores máximos tolerables de concentración que se establezcan.

c) Cadmiados y componentes que no excedan los valores máximos tolerables de concentración que se establezcan, a excepción de lo establecido en el Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos, en cumplimiento de las obligaciones impuestas a los Estados miembros por la Directiva 76/769/CEE, sucesivamente modificada.

d) Cromo hexavalente:

Protección anticorrosiva para los sistemas de refrigeración de acero al carbono que se utiliza en los frigoríficos de absorción.

Otras aplicaciones que no excedan los valores máximos tolerables de concentración que se establezcan.

ANEXO III

Tratamiento selectivo de materiales y componentes de aparatos eléctricos o electrónicos

1. Como mínimo, deberán extraerse los siguientes componentes, sustancias y preparados de todos los aparatos eléctricos o electrónicos recogidos por medios selectivos:

Condensadores que contengan policlorobifenilos (PCB), de conformidad con el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.

Componentes que contengan mercurio, por ejemplo, interruptores o bombillas con iluminación de fondo de cristal líquido.

Pilas y acumuladores.

Tarjetas de circuitos impresos para teléfonos celulares, en general, y otros dispositivos si la superficie de la tarjeta de circuitos impresos tiene más de 10 centímetros cuadrados.

Cartuchos de tóner, de líquido y pasta, así como tóner de color.

Plásticos que contengan materiales pirorretardantes bromados.

Residuos de amianto y componentes que contengan amianto.

Tubos de rayos catódicos.

Clorofluorocarburos (CFC), hidroclorofluorocarburos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC) o hidrocarburos (HC).

Lámparas de descarga de gas.

Pantallas de cristal líquido (junto con su carcasa si procede) de más de 100 centímetros cuadrados de superficie y todas las provistas de lámparas de descarga de gas como iluminación de fondo.

Cables eléctricos exteriores.

Componentes que contengan fibras cerámicas refractarias según la descripción de la Orden de 11 de septiembre de 1998, por el que se modifican partes de los anexos I y VI del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.

Componentes que contengan sustancias radiactivas, excepto los componentes que se encuentran por debajo de los umbrales de exención establecidos en el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre.

Condensadores electrolíticos que contengan sustancias peligrosas de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (altura > 25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares).

Estos componentes, sustancias y preparados se eliminarán o se valorizarán de conformidad con lo estipulado en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

2. Los siguientes componentes de aparatos eléctricos o electrónicos recogidos por medios selectivos deberán someterse al tratamiento indicado.

Tubos de rayos catódicos: deberá extraerse y tratarse adecuadamente el revestimiento fluorescente.

Aparatos que contengan gases que agotan la capa de ozono o tienen un potencial de calentamiento global superior a 15, como, por ejemplo, los contenidos en espumas o en circuitos de refrigeración: estos gases se extraerán y se tratarán adecuadamente. Los gases que agotan la capa de ozono se tratarán de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento (CE) n.º 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Lámparas de descarga de gas: se extraerá y eliminará el mercurio.

3. Desde el punto de vista ambiental y teniendo en cuenta la conveniencia de reutilizar o reciclar componentes o el aparato completo, los apartados 1 y 2 se aplicarán de tal modo que no se dificulte su reutilización y reciclado correctos.

ANEXO IV

Requisitos técnicos de las instalaciones

1) Establecimientos para el almacenamiento, incluido el almacenamiento temporal de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos:

Zonas adecuadas dotadas de superficies impermeables, con instalaciones para la recogida de derrames y, si procede, decantadores y limpiadores-desengrasadores.

Zonas que proceda cubiertas para protección contra la intemperie.

2) Establecimientos para el tratamiento de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos:

Básculas para pesar los residuos tratados.

Pavimento impermeable y zonas que proceda cubiertas, dotadas de sistemas de recogida de derrames y, donde sean necesarios, decantadores y limpiadores-desengrasadores.

Almacenamiento apropiado para las piezas desmontadas.

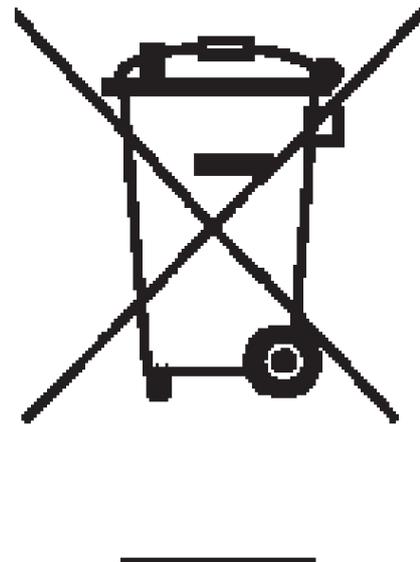
Recipientes apropiados para el almacenamiento de pilas y acumuladores, condensadores que contengan PCB o PCT y otros residuos peligrosos. Para el caso de los radiactivos se aplicarán los requisitos establecidos en el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, y en el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.

Equipos para el tratamiento de aguas que sean conformes con la reglamentación sanitaria y ambiental.

ANEXO V

Símbolo para marcar aparatos eléctricos o electrónicos

El símbolo que indica la recogida selectiva de aparatos eléctricos o electrónicos es el contenedor de basura tachado, tal como aparece representado a continuación. Este símbolo se estampará de manera visible, legible e indeleble.



ANEXO VI

Información mínima que deberán suministrar los productores que establezcan un sistema individual de gestión de sus residuos

Las declaraciones requeridas según el artículo 7.3 contendrán, al menos, las siguientes determinaciones:

a) Identificación del productor:

Identificación y domicilio del productor, NIF, NIRI.

Tipos de aparatos eléctricos y electrónicos producidos. Categorías según el anexo I.

Uso en los hogares o no hogares.

b) Documentación acreditativa de la creación de sistema de gestión:

Ámbito de aplicación territorial del sistema de gestión.

Identificación de los puntos de recogida y de los gestores que realizarán la gestión, incluida la recogida, de los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos.

Transporte desde los puntos de entrega y desde los distribuidores

Previsión de cumplimiento de objetivos: porcentajes previstos de recogida, reutilización, reciclado y valorización con sus correspondientes plazos y mecanismos de seguimiento, control de funcionamiento y verificación del grado de cumplimiento que en ningún caso serán inferiores a los que se fijan en el artículo 9. Tratamiento de los residuos. Técnicas utilizadas.

Forma de financiación.

Procedimiento para el suministro de información a las Administraciones públicas.

En el caso de aparatos no destinados a los hogares, acuerdos relevantes a los efectos del apartado 2 de la disposición adicional segunda

Asimismo, la directiva establece disposiciones sobre la prohibición de sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción, así como medidas encaminadas a conseguir la máxima protección e información de los consumidores de productos cosméticos.

Las disposiciones de la citada directiva relativas a la indicación del plazo de utilización de los productos cosméticos una vez abiertos por el consumidor, se han incorporado al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 2131/2004, de 29 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, sobre productos cosméticos, por lo que mediante este real decreto se completa la transposición de la Directiva 2003/15/CE.

Por otra parte, y al margen de la transposición de la Directiva 2003/15/CE, se ha considerado conveniente introducir otras modificaciones en el Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, a fin de precisar y actualizar su contenido, siendo la más significativa la relativa al procedimiento de autorización de instalaciones.

En la elaboración de este real decreto han sido consultados los sectores afectados.

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.16.ª de la Constitución y de lo establecido en el artículo 40.2, 5 y 6 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, y en la disposición adicional tercera de la Ley 25/1990, de 20 de diciembre, del Medicamento.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Sanidad y Consumo, con la aprobación previa del Ministro de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 25 de febrero de 2005,

DISPONGO:

Artículo único. *Modificación del Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, sobre productos cosméticos.*

El Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre sobre productos cosméticos, se modifica en los siguientes términos:

Uno. El artículo 2 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos de este real decreto, se entiende por:

a) Producto cosmético: toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto y/o corregir los olores corporales y/o protegerlos o mantenerlos en buen estado.

Se consideran, a título indicativo, productos cosméticos los preparados que figuran en el anexo I.

Son productos cosméticos decorativos los que, por poseer sustancias coloreadas y por su poder cubriente, se aplican sobre diferentes zonas del cuerpo para acentuar temporalmente su belleza o enmascarar o disimular diversas imperfecciones cutáneas.

Se consideran, a título indicativo, cosméticos decorativos los que figuran en el anexo V.

b) Puesta en el mercado: el acto de suministrar o poner a disposición de terceros, por primera vez, un producto cosmético, sea o no para transacciones comerciales.

c) Fabricante: se considera fabricante de un producto cosmético aquel que figura como tal en el

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO

3243 REAL DECRETO 209/2005, de 25 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, sobre productos cosméticos.

El Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, por el que se regulan los productos cosméticos, recogió toda la normativa en vigor en esta materia e incorporó al ordenamiento jurídico español la Directiva 76/768/CEE del Consejo, de 27 de julio de 1976, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de productos cosméticos, y sus posteriores modificaciones.

Mediante sucesivas normas se han ido incorporando las correspondientes directivas de la Comisión que fueron modificando la Directiva Marco 76/768/CEE.

La Directiva 2003/15/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de febrero de 2003, por la que se modifica la Directiva Marco, establece innovaciones importantes en la regulación de los productos cosméticos, lo que obliga a efectuar su transposición mediante este real decreto que modifica, a su vez, el Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre.

Una de las novedades que introduce la citada directiva es la obligación de utilizar sistemáticamente métodos alternativos a la experimentación animal para la evaluación de la seguridad de los productos cosméticos o de sus ingredientes o combinaciones de ingredientes. En este sentido, la Directiva 2003/15/CE adapta la normativa sobre productos cosméticos al Protocolo sobre la protección y el bienestar de los animales anejo al Tratado constitutivo de la Comunidad Europea por el Tratado de Ámsterdam, que estipula que la Comunidad y los Estados miembros tendrán plenamente en cuenta las exigencias en materia de bienestar de los animales al aplicar las políticas comunitarias y, en particular, en el ámbito del mercado interior.