



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO	4
2.1. Justificación	4
2.2. Objetivo	5
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Productos Eléctricos y Electrónicos.....	5
3.1.1. Tipología	6
3.1.2. Problemática Ambiental	8
3.1.3. Legislación y Normativa Ambiental que les afecta	13
3.2. Análisis de los Impactos Ambientales	20
3.2.1. Metodología	21
3.2.2. Herramientas.....	21
3.2.3. Normativa	25
4. CASO PRÁCTICO	30
4.1. Descripción del Producto/s a Analizar (Datos del desmontaje)	30
4.2. Definición del Objetivo y el Alcance.....	36
4.2.1. Funciones del producto	36
4.2.2. Unidad funcional.....	36
4.2.3. Sistemas del producto y sus límites	36
4.2.4. Tipos de impacto y metodología de evaluación de impacto	37
4.2.5. Hipótesis y limitaciones	38
4.3. Análisis del Inventario.....	39
4.4. Evaluación de Impactos	47

4.5. Interpretación de Resultados.....	53
5. PROPUESTAS DE MEJORA.....	55
6. PRESUPUESTO.....	56
6.1. Coste de Recursos Humanos.....	56
6.2. Coste de Recursos Materiales.....	56
6.3. Otros Costes.....	57
6.4. Presupuesto Global.....	58
7. CONCLUSIONES.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA.....	61
9. ANEXOS.....	64
9.1. ANEXO I.....	64
9.2. ANEXO II.....	66
9.3. ANEXO III.....	68

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Porcentajes de Materiales presentes en AEE [Fundación Ecotic, 2008]...	1
Fig. 1. Desarrollo sostenible [Sandra Roberto, 2010].....	3
Tabla 2: Categorías de clasificación de AEE [RD 208/2005, 2005].....	6
Tabla 3: Cantidades de AEE puestas en el mercado [MINETUR, 2014].....	7
Fig. 2. Porcentaje del total anual de kilogramos de pequeños electrodomésticos [MINETUR, 20014].	7
Tabla 4: Cantidad anual en kilogramos de AEE puestas en el mercado [MINETUR, 2014]	9
Fig. 3. Kilogramos totales de AEE puestas a la venta anualmente [MINETUR, 2014]	9
Tabla 5: Materiales que componen un AEE [Silva, 2009]	11
Fig. 4. Ciclo genérico de gestión de RAEE [GAIKER, 2007]	12
Tabla 6: Sustancias restringidas en los AEE y valores máximos admitidos [Directiva 2011/65/UE, 2011].....	14
Fig. 5. Comparación entre kilogramos de AEE totales puestas en el mercado y kilogramos destinados a hogares [MINETUR, 2014].....	14
Fig.6. Comparación porcentual entre kilogramos de AEE totales puestas en el mercado y kilogramos destinados a hogares [MINETUR, 2014]	15
Tabla 7: Porcentajes en peso y por tipo de aparato de valorización, reciclado y reutilización por categoría [RD 208/2005, 2005]	16
Tabla 8: Objetivos de valorización, reciclado y reutilización por categoría [Directiva 2012/19/UE, 2012]	17
Fig. 7. Símbolo de recogida selectiva [RD 208/2005, 2005].....	18
Tabla 9: Consumos máximos admisibles para modos “desactivado” y “preparado” [REGLAMENTO (CE) N° 1275/2008, 2008]	19
Fig. 8. Información y distribución de la información en la herramienta matriz MET [IHOBE, 2000].	22
Fig. 9. Proceso de evaluación y análisis de la herramienta Ecoindicador’ 99 [IHOBE, 2000]	23

Tabla 10: Programas informáticos de ACV [IHOBE, 2009]	23
Fig. 10. Diferencias entre herramientas [IHOBE, 2000]	24
Tabla 11: Ventajas y desventajas de las herramientas [IHOBE, 2000]	24
Fig. 11. Procedimientos simplificados para el análisis de inventario [UNE-EN ISO 14040:2006, 2006]	27
Fig. 12. Relaciones entre los elementos de la fase de interpretación con las otras fases del ACV [UNE-EN ISO 14044:2006, 2006]	29
Fig. 13. Conjunto de elementos adquiridos tras la compra de la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014]	30
Tabla 12: Características del producto [Electro Saghrrma s.a., 2014].....	30
Tabla 13: Datos del desmontaje de la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014]	32
Fig. 14. Elementos de la plancha de pelo 1[Elaboración propia, 2014].....	34
Fig. 15. Elementos de la plancha de pelo 2 [Elaboración propia, 2014].....	35
Fig. 16. Selección de la pieza interruptor en la ventana fases del producto de SimaPro [SimaPro, 2014].....	41
Fig. 17. Selección del material o ensamblaje en SimaPro [SimaPro, 2014].....	41
Fig. 18. Pantalla de entrada/salida una vez seleccionado el material o ensamblaje [SimaPro, 2014].....	42
Tabla 14: SIG que han aportado datos de recogida de RAEE por categoría [GANASA, 2012]	43
Tabla 15: Análisis global de recogida y gestión [GANASA, 2012].....	43
Tabla 16: Datos porcentuales del producto incinerado y gestionado en vertedero por escenario [SimaPro, 2014]	44
Fig. 19. Pantalla de introducción del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]	45
Tabla 17: Matriz MET aplicada a la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014] ..	46
Fig. 20. Diagrama de red simplificada del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014].....	48
Fig. 21. Diagrama de caracterización del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014].....	49

Tabla 18: Porcentajes asociados al montaje final y a la electricidad por categoría [SimaPro, 2014].....	49
Fig. 22. Diagrama de puntuación única del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014].....	50
Fig. 23. Diagrama de red de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]	51
Fig. 24. Diagrama de caracterización de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]	52
Fig. 25. Diagrama de puntuación única de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]	52
Tabla 19: Impactos ambientales más relevantes asociados al montaje final y la electricidad [SimaPro, 2014].....	53
Tabla 20: Impactos ambientales más relevantes asociados a los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]	53
Tabla 21: Costes de recursos humanos [Elaboración propia, 2014]	56
Tabla 22: Costes de recursos materiales [Elaboración propia, 2014]	57
Tabla 23: Otros gastos suplementarios [Elaboración propia, 2014]	58
Tabla 24: Presupuesto total [Elaboración propia, 2014].....	58
Tabla 25: Datos introducidos en SimaPro [Elaboración propia, 2014]	64
Tabla 26: Datos numéricos del gráfico de caracterización [SimaPro, 2014]	66
Tabla 27: Datos numéricos del gráfico de puntuación única [SimaPro, 2014]	67
Tabla 28: Inventario de emisiones del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014].....	68

1. INTRODUCCIÓN.

La sociedad actual es una sociedad basada en la información, la tecnología y los aparatos eléctricos y electrónicos (a partir de ahora AEE). Es una sociedad que busca un crecimiento constante y en la que el desarrollo económico tiene un papel fundamental. Sin duda, la compra y uso de AEE es también creciente con el fin de satisfacer unas determinadas necesidades o hacer más fácil y cómodo el día a día (sobre todo a medida que aumenta el nivel económico de la sociedad), permitiendo así elevar el nivel de bienestar.

En el año 2012 la cantidad anual de AEE vendidos en España fue de “567 millones de kilos de nuevos aparatos eléctricos y electrónicos de todo tipo” (Fundación Ecolec, 2012). Se habla por tanto de grandes cantidades de productos que generan grandes beneficios económicos a productores y vendedores, creando a su vez un flujo de intercambio de dinero que ayuda a mantener activa una parte de la economía.

En primera instancia, puede parecer que la producción y venta de AEE sólo presenta aspectos positivos, y así es en cuanto a términos económicos se refiere. Pero si esto se analiza más allá del ámbito económico, se observa también cómo para producir cada AEE se necesitan ciertas cantidades de determinados materiales; es decir, se lleva a cabo un consumo de recursos (materias primas) siendo el origen de estos recursos fuentes limitadas. Los principales materiales que componen un aparato eléctrico o electrónico varían en función de la categoría a la que pertenece el aparato, como se observa en la tabla 1:

Categoría de aparato	Metales féreos	Metales no féreos	Vidrio	Plástico	Otros
Electrodomésticos grandes	61%	7%	3%	9%	21%
Electrodomésticos pequeños	19%	1%	0%	48%	32%
Equipos informáticos	43%	0%	4%	30%	20%
Telecomunicaciones	13%	7%	0%	74%	6%
Televisores, radios, etc.	11%	2%	35%	31%	22%
Lámparas de descarga de gas	2%	2%	89%	3%	3%

Tabla 1: Porcentajes de materiales presentes en AEE [Fundación Ecotic, 2008]

Además, un aparato eléctrico o electrónico es también generador de impactos ambientales (producen alteraciones en el medio ambiente) durante las diferentes etapas de su ciclo de vida. Dichas etapas incluyen fases como la producción, vida útil del producto y su posterior transformación en residuo una vez el aparato haya perdido su utilidad (ya sea por deterioro o por haber quedado obsoleto). Los diferentes impactos ambientales relacionados con los AEE, vienen generados por:

- Consumo de materias primas.
- Diferentes procesos de obtención de las materias primas a partir de las cuáles se conformará cada pieza, componente o parte de cada aparato.
- Distintos procesos de la fase de producción que requiere cada pieza, componente o parte de cada aparato.
- Transporte desde el lugar de producción del aparato, almacén distribuidor...hasta la tienda o lugar que se encarga de comercializarlo o almacenarlo nuevamente hasta su venta.
- Vida útil (uso del aparato) durante la cual se produce un consumo energético, se utilizan consumibles y recambios que pueda necesitar el aparato para su correcto funcionamiento.
- Gestión y/o desecho de residuos.

Los impactos generados por los AEE son cada vez mayores, pero también los son los impactos derivados de sus residuos pues “en el mundo se generan 40 millones de toneladas de basura electrónica al año y se calcula que el volumen de la chatarra electrónica está creciendo entre un 16% y un 28% cada cinco años, el triple que la basura domiciliaria.”(Informe PNUMA, 2010).

Recapitulando lo anteriormente comentado: con la compra de un aparato eléctrico o electrónico y mediante el uso para el cuál ha sido diseñado, se busca satisfacer unas determinadas necesidades y garantizar unas ciertas comodidades. Al mismo tiempo, con la producción y venta de dichos aparatos, se busca generar beneficios económicos. Pero como se ha indicado, la producción implica un consumo de recursos de disponibilidad limitada, y que de no utilizarse de manera responsable, puede conllevar a la escasez o agotamiento de las fuentes de materias primas necesarias para la producción. A su vez, el medio ambiente, se ve afectado durante los procesos de producción y el uso de los AEE debido a la generación de impactos ambientales (originados por las grandes cantidades de energía consumidas, emisiones...). Se volverán a generar nuevos impactos cuando posteriormente los AEE pasen a ser RAEE, tanto si se gestionan adecuadamente como si no, pero dichos impactos serán menores si los RAEE son tratados mediante un sistema de gestión adecuado (con el fin de evitar todo lo posible el deterioro de la capa de ozono, la contaminación del terreno por la presencia de metales...). Es por tanto necesario tratar de reducir el grado en que la producción de AEE afecta al medio ambiente. También lo es implantar un sistema que se encargue de la recogida y gestión de RAEE, para intentar así minimizar los posibles impactos ambientales que puedan derivar de estos, ya que en 2011 “sólo en España, anualmente las familias producen más de un millón de toneladas de basura electrónica, de las que 750.000 podrían ser recicladas” (Fundación Ecolec, 2012).

Actualmente es posible conocer, mediante la realización de un análisis de ciclo de vida (a partir de ahora ACV), que impactos generan los AEE. Existen para ello distintas herramientas (en función de la experiencia del usuario, la precisión deseada y de si se desea un análisis más cualitativo o más cuantitativo) capaces de evaluar y cuantificar que impactos pueden derivar del ciclo de vida completo de

prácticamente cualquier AEE (proporcionando a la herramienta los parámetros de entrada solicitados).

Si dichos impactos no se controlan de manera adecuada y no se toman medidas al respecto, pueden causar un importante deterioro del medio ambiente, llegando a perjudicar seriamente a la flora, la fauna y las personas, haciendo de la tierra un lugar de difícil habitabilidad. La forma de evitar que se agoten los recursos, que se produzca un excesivo deterioro medioambiental... permitiendo a la vez un buen ritmo de crecimiento económico es producir, consumir y crecer de manera consecuente (considerando la generación de impactos ambientales). La solución pasa por buscar un sistema basado en el *desarrollo sostenible*; es decir, un modelo económico que satisfaga las necesidades de la sociedad actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Se persigue con esto un equilibrio entre los factores económicos, sociales y ambientales de una sociedad tal y como muestra la figura 1:



Fig. 1. Desarrollo sostenible [Sandra Roberto, 2010]

Con el fin de garantizar la preservación del medio ambiente se han promulgado una serie de directrices tanto a nivel europeo como a nivel estatal relacionadas con los AEE. El conjunto de leyes que actualmente se encuentra en vigor en España queda recogido en el *REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos*. Pese a que posteriormente en 2012 se creó una nueva directiva a nivel europeo, todavía no ha sido traspuesta al ordenamiento jurídico español.

En base a los precedentes comentados, en este trabajo se llevará a cabo el análisis de un electrodoméstico. Esto permitirá identificar que impactos es capaz de generar un aparato eléctrico o electrónico (y de donde proceden).

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO.

2.1. Justificación.

La justificación teórica de este trabajo tiene diversas vertientes. Estas son:

- **Medioambiental:** Los AEE están cada vez más presentes en todos los ámbitos de la vida, ya que mediante la investigación y el desarrollo de la tecnología, se producen AEE que cumplen cada vez mejor con la función que han de desempeñar. No obstante, todos los AEE generan un determinado impacto durante su ciclo de vida y por tanto contribuyen al deterioro del medio ambiente. Esto hace necesario saber qué impactos pueden generarse con el fin de controlarlos en la medida de lo posible. Mediante este trabajo y con el empleo de la herramienta informática adecuada, se pretende analizar un AEE en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Se llevará a cabo una valoración que permita determinar qué procesos, materiales y componentes afectan en mayor medida al medio ambiente.
- **Legal:** La extensa cantidad de AEE puesta en el mercado y vendida anualmente hace necesaria la existencia de leyes reguladoras. El propósito de estas leyes es garantizar que mediante su cumplimiento, los impactos ambientales generados por los AEE y sus residuos se mantienen en rangos admisibles. Con este fin, la Unión Europea establece unas directrices y objetivos que cada estado miembro deberá trasponer al ordenamiento jurídico estatal. La legislación actualmente vigente en el estado español contempla lo indicado en la Directiva 2002/96/CE. A lo largo de este trabajo se indicarán las leyes que afectan a los AEE y RAEE en el marco español, así como que normas ISO de gestión medioambiental han de tenerse en cuenta a la hora de realizar el ACV de AEE.
- **Económica:** Basándose en las necesidades o comodidades que la sociedad pretende satisfacer con la compra de un aparato eléctrico o electrónico, se producen constantes rediseños de productos ya existentes, siendo el objetivo cumplir cada vez de manera más eficaz la función para la que fue ideado. Con estos rediseños de funciones, acabados, diseño... se pretende persuadir al posible comprador hacia la elección de un aparato u otro de una determinada marca. Pero cada vez es más habitual que entre estos posibles rediseños, se encuentren aspectos relacionados con la protección del medio ambiente (como la reducción de consumos, sustitución de determinados materiales por otros menos perjudiciales,...). Esto puede hacer que algunos consumidores concienciados se decanten por la compra de ese aparato, teniendo así una actitud más respetuosa desde el punto de vista ecológico. A su vez mejora la imagen comercial entre los posibles compradores de AEE sobre la marca de la empresa productora o encargada de la venta. Cuando se lleve a cabo la propuesta de mejoras, se tendrá en cuenta este aspecto.
- **Académica:** El presente trabajo sirve como realización del trabajo de final de grado, siendo este el acto final para culminar los estudios cursados por David Lozoya Araque, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros

Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia. Mediante la realización de este trabajo se quiere demostrar la adquisición de una serie de conocimientos y habilidades, permitiendo así superar completamente el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

2.2. Objetivo.

Este trabajo tiene por objetivo *determinar y cuantificar el impacto que una plancha de pelo genera en el medio ambiente a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida*, con la finalidad de realizar una propuesta de mejoras en el mismo para reducir su impacto ambiental.

Para la consecución del objetivo principal se plantean unos objetivos secundarios:

- Desmontaje completo e identificación de los componentes y materiales que conforman la plancha de pelo.
- Realizar un análisis de ciclo de vida empleando un programa informático, con el fin de determinar los impactos generados por la plancha de pelo.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos. Llevar a cabo una propuesta de mejoras en base a los resultados.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1. Productos Eléctricos y Electrónicos.

¿Qué se entiende por productos eléctricos y electrónicos? Con el fin de proporcionar una definición clara y concisa, quedan definidos en el BOE (2005) como “aquellos 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 dichas corrientes y campos”.

Aunque el principio básico de funcionamiento para todos los AEE pasa por hacer uso de la electricidad, con el paso de los años se ha inventado una gran cantidad de nuevos AEE para hacer la vida más cómoda, mientras que los ya existentes han ido sufriendo una constante evolución (buscando la implementación de notables mejoras). La sociedad, consciente de esto, ha ido incorporando con el paso del tiempo un mayor número de AEE en ámbitos tan diversos como el sector industrial o el sector doméstico.

En el mercado actual existe un amplio catálogo de aparatos, ya sean eléctricos o electrónicos.

3.1.1. Tipología.

La existencia de AEE con funciones y características tan distintas, da lugar a la creación de categorías permitiendo así clasificar casi cualquier AEE (cada categoría incluye un amplio conjunto de aparatos, aunque algunos AEE se excluyen de la categoría a la que resultaría natural pensar que pertenecen). Hay un total de 10 categorías, que vienen indicadas en el anexo I del Real Decreto 208/2005 del BOE número 49 de 2005. Estas son:

CAT	CATEGORÍAS RD 208/2005	EJEMPLOS APARATOS (lista no exhaustiva)
1	GRANDES ELECTRODOM.	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. 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 y ventilación aspirante
2	PEQUEÑOS ELECTRODOM.	Aspiradoras. Limpiaobjetos. Aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento. Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles. Planchas. 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 afeitarse, 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 TELECOM.	Grandes ordenadores. Miniordenadores. Unidades de impresión. Ordenadores personales y portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado), notebook, notepad. Impresoras. Copiadoras. Máquinas de escribir eléctricas. 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, de télex. Teléfonos, inalámbricos, celulares. Contestadores automáticos. Otros aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
4	APARATOS ELECTRÓNICOS DE CONSUMO	Radios. Televisores. Videocámaras. Vídeos. 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 filamento.
6	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS O ELÉCTRICAS	Taladradoras. Sierras. Máquinas de coser. Herramientas para tornearse, trabajar la madera, el metal u otros materiales. Herramientas para remachar, clavar, atornillar, soldar 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 Y EQUIPOS DEPORTIVOS	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. Diálisis. Ventiladores pulmonares. Medicina nuclear. Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro. Analizadores. Congeladores. Pruebas de fertilización. Otros aparatos para detectar, predecir, 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.

Tabla 2: Categorías de clasificación de AEE [RD 208/2005, 2005]

Quedando excluidos de la lista:

- Luminarias de hogares particulares (se excluyen de la categoría 5).
- Bombillas de filamentos (excluidos también de la categoría 5).

- Los que formen parte de otro tipo de aparato no incluido en su ámbito de aplicación.
- Equipos destinados a fines específicamente militares.

La categoría de “Pequeños electrodomésticos” (a la que pertenece el objeto que será analizado más adelante, una plancha de pelo), tiene cada vez mayor peso respecto a la cantidad total de AEE puestos en el mercado. Particularizando el caso para el estado español, es fácilmente comprobable a través de la consulta pública de datos en la web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). Los datos consultados quedan recogidos en la tabla que se muestra a continuación, además se incluye una estimación (de elaboración propia) del porcentaje que suponen los pequeños electrodomésticos sobre el peso total:

Kg AEE Totales	Kg AEE Pequeños electrodomésticos	% AEE Pequeños electrodomésticos del total	Año
926.176.921	53.333.607	5,75	2006
971.339.790	53.791.082	5,53	2007
797.400.898	54.500.927	6,83	2008
702.555.056	51.232.134	7,29	2009
749.635.639	57.250.516	7,63	2010
664.975.914	52.771.083	7,93	2011
582.814.309	49.828.708	8,54	2012
541.293.437	47.277.063	8,73	2013

Tabla 3: Cantidades de AEE puestas en el mercado [MINETUR, 2014]

Representando los valores porcentuales:

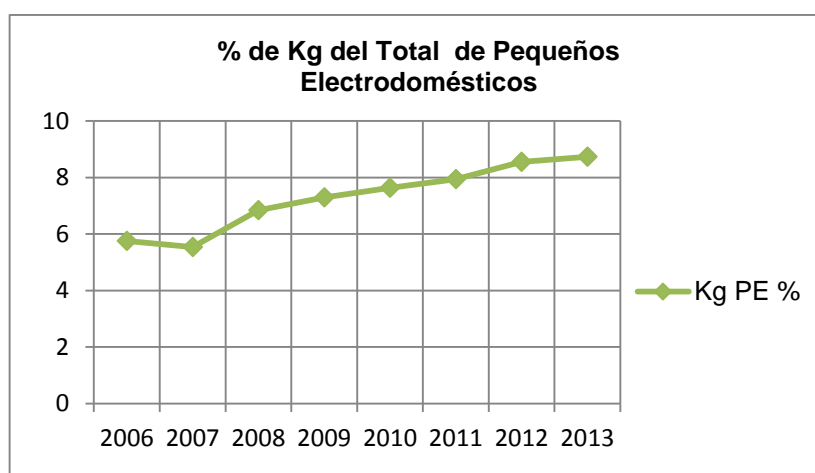


Fig. 2. Porcentaje del total anual de kilogramos de pequeños electrodomésticos [MINETUR, 2014]

Se observa que a excepción de 2007, el porcentaje que los pequeños electrodomésticos aportan al peso total es creciente año tras año. El incremento total entre 2006 y 2013 es de 2,97%, siendo el incremento promedio anual entre 2006 y 2013 de 0,37%.

Para la recopilación de datos, el ministerio ha tenido en cuenta las cantidades de los siguientes aparatos (incluidos en dicha categoría):

- 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 afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
- Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
- Balanzas.
- Otros pequeños electrodomésticos.
- Aspiradoras.
- Limpiaobjetos.
- Otros aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento.

Al estar hablando de una cantidad promedio anual de 742.023.995,5 Kg nuevos de AEE puestos a la venta durante los últimos 8 años (de los que se disponen datos de los 4 trimestres, y sólo en el estado español), se demuestra que existe un importante potencial generador de impactos ambientales derivado de los AEE. Este potencial es todavía mayor si los datos se extrapolan a nivel mundial.

3.1.2. Problemática Ambiental.

La problemática ambiental de los aparatos eléctricos o electrónicos radica principalmente en los impactos ambientales derivados de: el consumo creciente de energía y recursos, y el aumento de residuos.

Para producir y utilizar dichos aparatos es necesario el consumo de energía, así como materias primas procedentes de fuentes de recursos (limitadas) para su fabricación. Esto se ve agravado debido al estilo de vida de la sociedad actual, ya que año tras año se incrementa tanto la demanda como la producción de AEE. Tomando como referencia los datos del ministerio (MINETUR, 2014) (de los años de los que se disponen datos de los 4 trimestres), los cuales se muestran en la

tabla 4 (se han de analizar detenidamente y con una consideración especial para dicho periodo) se observa:

Kg AEE Totales	Año
926.176.921	2006
971.339.790	2007
797.400.898	2008
702.555.056	2009
749.635.639	2010
664.975.914	2011
582.814.309	2012
541.293.437	2013

Tabla 4: Cantidad anual en kilogramos de AEE puestos en el mercado [MINETUR, 2014]

Representándose a continuación los datos de la tabla 4, con el fin de observar mejor las tendencias existentes:

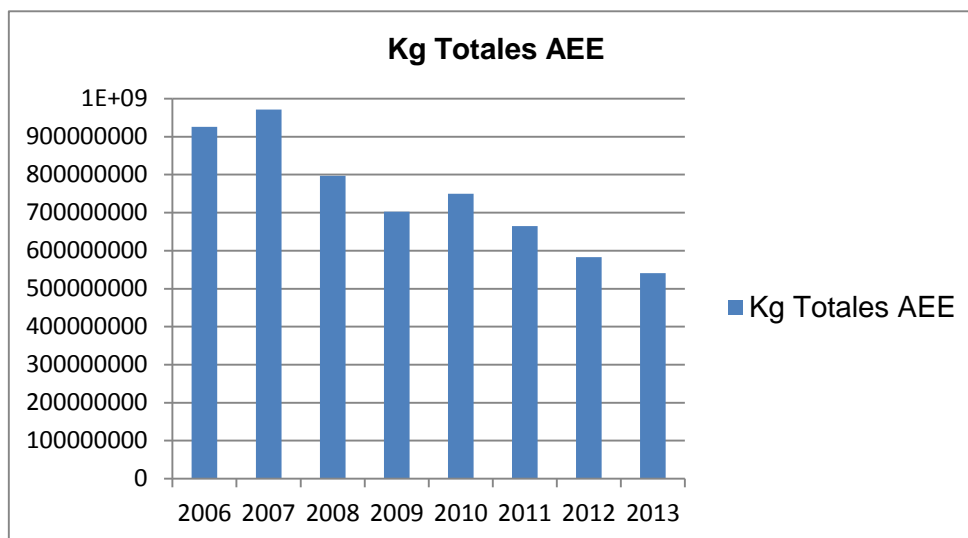


Fig. 3. Kilogramos totales de AEE puestos a la venta anualmente [MINETUR, 2014]

De la tabla 4, se extrae que la cantidad de AEE puesta en el mercado solamente en España entre los años 2006 y 2013 es de 5.936.191.964 kg, una cantidad nada despreciable.

Haciendo uso de la figura 3, se observan dos tendencias.

La primera es que la cantidad total en kg de AEE puesta en el mercado era creciente hasta el año 2008, año de inicio de la crisis. Analizando detenidamente, se ve como en los años 2006 y 2007 (años de bonanza económica) se ponen en el mercado 926.176.921 kg y 971.339.790 kg respectivamente. Se observa pues como la tendencia normal de la cantidad de AEE demandada y producida anualmente (sin factores externos que influyan) es creciente. Esto un importante indicador del aumento de la demanda y producción de AEE por parte de la sociedad, ya que pese a que cada vez más la tendencia natural de los AEE puestos en el mercado ha sido rediseñarlos para reducir el peso y en ocasiones el volumen en la medida de lo posible; aun así, la cantidad total de kg se veía incrementada anualmente.

La segunda tendencia observable, es que a partir de 2008, pese a que en 2010 se incrementa la cantidad de AEE puesta en el mercado respecto a 2009, se produce una reducción de los kg puestos a la venta año tras año. Aun así, en 2013 (último año del que se poseen datos de los 4 trimestres), pese a esta tendencia negativa de demanda y producción a causa de la actual crisis económica, la cantidad sigue siendo de 541.293.437 kg.

Se extrae como conclusión que la tendencia normal que sigue la cantidad de AEE puesta en el mercado es creciente cuando no hay recesiones económicas y que, como se ha podido comprobar, se habla de cantidades de AEE muy importantes.

Tal y como se indica en la definición de AEE, estos necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para funcionar. Consumen la energía necesaria para funcionar durante su vida útil, pero también se necesitan grandes cantidades de energía para producirlos. Esa energía necesaria para la producción y el funcionamiento debe ser producida de alguna manera.

Según Red Eléctrica de España (2012), el mix eléctrico en España en 2012 tenía por origen: un 30,3% de energías renovables, un 25,2% del gas natural, un 21% de procedencia nuclear, un 17,1% del carbón, un 5% de productos petrolíferos y un 1,4% de generación por bombeo y otras. Del 100% del mix eléctrico, un 68,3 % tiene como origen una forma de producir energía eléctrica que genera un incremento de la contaminación, deteriorando el medio ambiente.

Los AEE contienen a su vez materiales y componentes que pueden generar un fuerte impacto medioambiental, afectando a la flora, la fauna y las personas. Entre otros, "algunos de los componentes con mayor impacto son los materiales ignífugos bromados y los metales pesados como el cadmio, el cromo, el plomo, el níquel y el mercurio." (Fundación Ecotic, 2010).

Debe tenerse en cuenta también, que pese a que la cantidad y tipo de sustancias peligrosas están limitadas por la Directiva 2011/65/UE muchos AEE las contienen, y pueden por tanto perjudicar notablemente al medio ambiente, los animales y personas que habitan en la Tierra. Algunas de estas sustancias

peligrosas son: amianto o asbesto, mercurio, plomo, retardantes de llama (sustancias ignífugas), diisocianuro de tolueno, formaldehído... (Relec, 2014).

No hay que olvidar que todos y cada uno de los AEE tienen un periodo de vida útil. Cuando este periodo termina, ya sea por deterioro, rotura o debido a la obsolescencia, el aparato se convierte residuo. Pero, ¿qué es lo que entienden los textos legislativos por RAEE? Según el Real Decreto 208/2005 (2005), estos son los “aparatos eléctricos y electrónicos, sus 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”.

Si las cantidades de AEE y RAEE a nivel estatal son considerables (como se ha visto anteriormente), al analizarlas a nivel mundial estas cantidades son mucho mayores, ya que según el informe *“Iniciativa para resolver el problema de los desechos electrónicos”* (STEP, 2013) se produjeron en el mundo casi 48,9 millones de toneladas de basura electrónica.

Una solución de compromiso es llevar a cabo la correcta gestión de los RAEE, intentando así minimizar el impacto generado por estos y aprovechar los recursos materiales en buenas condiciones. Dicho aprovechamiento se lleva a cabo mediante el reciclado de materiales, la reutilización y la valorización energética, lo que puede ayudar a reducir la energía necesaria a aportar a los procesos de producción de AEE y la cantidad total de nuevas materias primas consumidas. Algunos de los materiales (muchos de los cuales son reciclables) que puede contener un AEE se recogen en la siguiente tabla:

Materiales	Composición (%)
Hierro y acero	47,9
Plásticos de combustión no retardada	15,3
Cobre	7,0
Vidrio	5,4
Plásticos de combustión retardada	5,3
Aluminio	4,7
Placas de circuitos impresos	3,1
Otros	4,6
Madera y madera contrachapada	2,6
Concreto y cerámica	2,0
Otros materiales no ferrosos	1,0
Goma	0,9

Tabla 5: Materiales que componen un AEE [Silva, 2009]

Sin embargo, actualmente “más del 90% de los residuos de los AEE son eliminados mediante la incineración o por deposición en vertederos, tratamientos que no implican procesos de descontaminación ni de recuperación, y que suponen importantes riesgos ambientales y un desperdicio de recursos.” (Fundación Ecotic, 2010).

Pese a que alrededor de un 90 % de los RAEE son tratados por incineración y deposición en vertederos, esto no significa que sean las mejores opciones para su gestión. Durante el proceso de incineración, tal y como indica la Fundación Ecotic (2010) pueden generarse por ejemplo “gases contaminantes que provienen de la combustión del PVC de los AEE”. De la deposición en vertederos se pueden producir fenómenos como “la lixiviación y filtración de sustancias peligrosas, la vaporización de gases y los incendios incontrolados” (Fundación Ecotic, 2010). La mejor forma de tratamiento se basa en la priorización de la reutilización, reciclado, valorización energética y por último la eliminación. Un esquema general de tratamiento de RAEE puede ser:

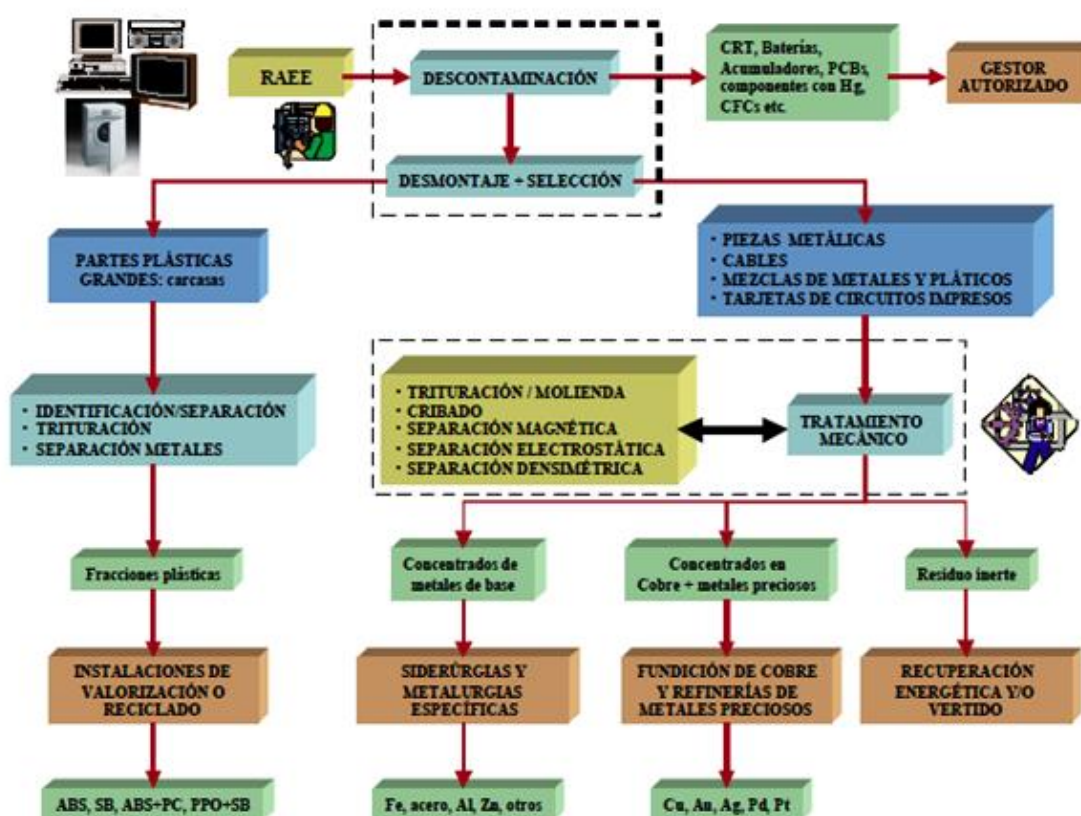


Fig. 4. Ciclo genérico de gestión de RAEE [GAIKER, 2007]

Debido a la problemática actual existente, y con el fin de controlar los impactos producidos, se establecen tanto a nivel europeo como a nivel estatal una serie de leyes que garanticen que dichos impactos se mantienen en un rango admisible.

3.1.3. Legislación y Normativa Ambiental que les afecta.

Se hace necesario desarrollar y modificar consecuentemente un conjunto de leyes y normas que controlen y corrijan los impactos que genera la producción y uso de AEE, tratando de disminuir la problemática ambiental asociada a estos. Las leyes y normas promulgadas afectan de manera directa e indirecta a los AEE, pero también a los diferentes agentes con los que guardan relación y a los objetivos e índices de recogida, valorización, reutilización y reciclado que se deben cumplir para garantizar la efectividad de estas.

Pese a la existencia de una directiva europea publicada en 2012, la cual es aplicable a todos los estados miembros, todavía no está traspuesta al ordenamiento jurídico español. Dicha directiva europea supone una refundición de la normativa existente, buscando establecer unos valores más ambiciosos que cada estado miembro deberá fijarse como objetivo a cumplir en fechas límite futuras. Por tanto, la legislación que regula actualmente el ámbito de los AEE, viene descrita en el Real Decreto 208/2005.

Las leyes y normas exigibles (bajo riesgo de sanción por incumplimiento) en el estado español quedan recogidas mediante 13 artículos y 6 anexos entre las páginas 7112 y 7121 por el *REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos (BOE núm.49 2005)*. Dicho Real Decreto (a partir de ahora RD), se encuentra en vigencia desde el 27 de febrero de 2005.

Con la adopción de dicho R.D. se pretende cumplir con la normativa que el Parlamento Europeo y el Consejo exigen a través de la Directiva 2002/95/CE y la Directiva 2002/96/CE (esta última modificada en su artículo 9 por la Directiva 2003/108/CE).

Entre los objetivos del R.D. 208/2005 se encuentra priorizar los procesos de reciclado, reutilización y valorización. Para ello, fue redactado en función de lo establecido en los artículos 1 y 7 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, permitiendo al Gobierno “fijar disposiciones particulares relativas a la producción y gestión de determinados tipos de residuos de manera que se facilite su reutilización, reciclado y valorización” (RD 208/2005, 2005). Dicha ley fue derogada el 30 del 07 del 2011 por Ley 22/2011 de 28 de julio.

A su vez, se indica mediante la incorporación de lo expuesto en la Directiva 2002/95/CE (publicada el 27 de enero de 2003), que las medidas de prevención estipuladas en dicho RD, afectan a los AEE desde la fase de diseño y posterior fabricación con el fin de evitar o limitar todo lo posible la inclusión de sustancias peligrosas. Esta directiva estipulaba restricciones relativas a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en los aparatos eléctricos o electrónicos, siendo exigibles a aquellos aparatos que fuesen puestos a la venta a partir del 1 de julio de 2005. Dicha directiva fue derogada el 03 del 01 del 2013 por Directiva 2011/65, de 8 de junio, entrando en vigor 20 días después de ser publicada en el

Diario Oficial de la Unión Europea. Dicha directiva recoge en el Anexo II las sustancias restringidas, y el valor máximo de concentración tolerable en peso en materiales homogéneos, tal y como se muestra a continuación:

Sustancia restringida	Valor máximo de concentración tolerable en peso en materiales homogéneos
Plomo	0,1%
Mercurio	0,1%
Cadmio	0,1%
Cromo hexavalente	0,1%
Polibromobifenilos (PBB)	0,1%
Polibromodifeniléteres (PBDE)	0,1%

Tabla 6: Sustancias restringidas en los AEE y valores máximos permitidos [Directiva 2011/65/UE, 2011]

Tratando de reducir al máximo los impactos ambientales que puedan generar los RAEE (por descontaminación, priorizaciones...), el R.D. 208/2005 marca también las directrices que se deben seguir para llevar a cabo una correcta gestión de aparatos eléctricos o electrónicos.

El texto legislativo, tiene una consideración especial sobre los RAEE que proceden de hogares particulares, pues suponen la mayor parte del cómputo total (de los RAEE). Este hecho es fácilmente comprobable, haciendo uso de los datos de los AEE puestos en el mercado español, de los que se puede realizar una consulta pública en la web del ministerio de industria, energía y turismo de los años 2006 a 2013 (MINETUR, 2014). Mediante las figuras 5 y 6 se lleva a cabo una comparación entre los kg totales de AEE puestos en el mercado, los kg de aparatos con un hogar como destino, y los kg que no van destinados a los hogares:

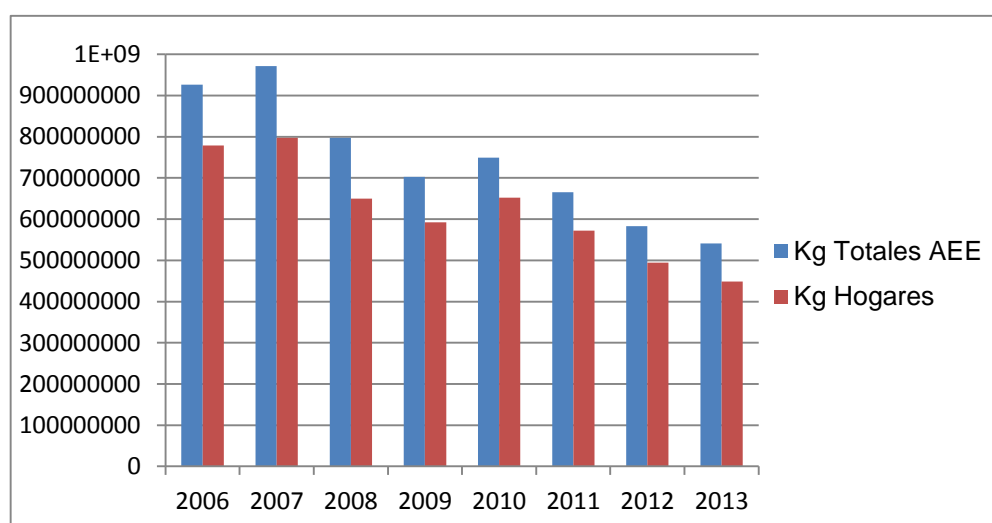


Fig. 5. Comparación entre kilogramos de AEE totales puestos en el mercado y kilogramos destinados a hogares [MINETUR, 2014]

Analizando el gráfico de barras de la figura 5, se puede observar como la mayoría de la cantidad de AEE medidos en kg que han sido puestos en el mercado, están principalmente dirigidos a los hogares. Se puede contemplar en la figura 6 como el porcentaje de kg destinados a hogares de los kilos totales de AEE, frente a los que tienen un destino distinto, no supone un porcentaje inferior al 80% entre los años 2006 y 2013 (aunque existan pequeñas variaciones porcentuales anualmente).

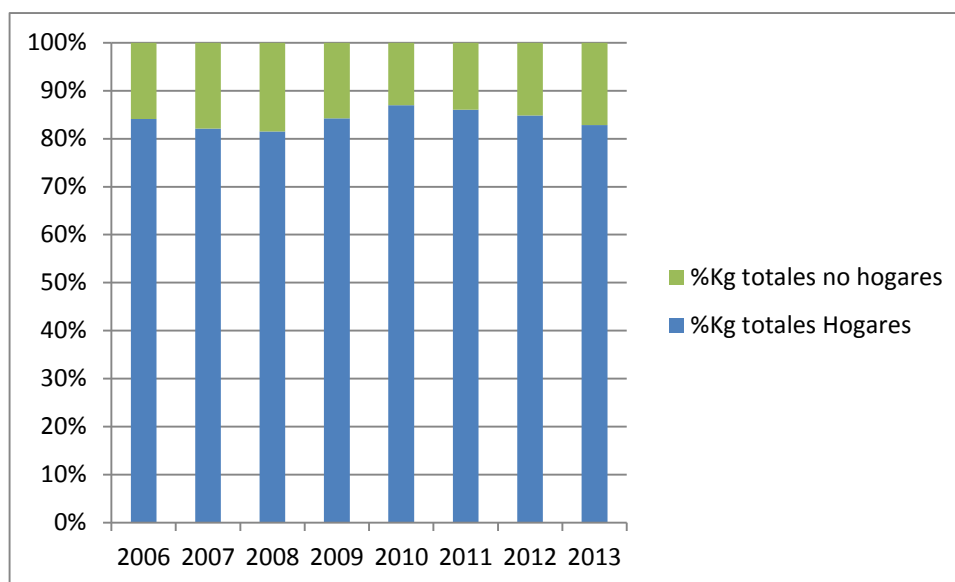


Fig. 6. Comparación porcentual entre kilogramos de AEE totales puestos en el mercado y kilogramos destinados a hogares [MINETUR, 2014]

Dado el elevado porcentaje de RAEE que procederán por tanto de hogares, y con el fin de facilitar o garantizar la posibilidad de la recogida selectiva y correcta gestión de los RAEE se decreta 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.” (RD 208/2005,2005).

Tanto las instalaciones de recepción (de todo tipo) como las de gestión de AEE, deben cumplir unos requisitos técnicos, estando también contemplados en el RD 208/2005. Expone además, que los agentes económicos participantes deberán ceder información a las distintas entidades institucionales autonómicas y estatales, con el fin de ser remitida posteriormente a la Unión Europea.

Quedan contemplados, mediante el *Artículo 9. Objetivos de recogida, valorización, reutilización y reciclado*, los objetivos que deben cumplirse antes del 31 de diciembre de 2006, garantizando así la efectividad de la legislación vigente. Dichos objetivos son:

- Recogida selectiva de 4 kg de media (por habitante y año) de RAEE procedentes de hogares particulares.
- Porcentajes de valorización y reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias en porcentaje del peso de cada tipo de aparato y por categoría.

Dichos porcentajes quedan recogidos en la tabla que se muestra a continuación:

Clase de electrodoméstico	Objetivo de Valorización (en % del peso de cada tipo de aparato y por categoría)	Componentes, materiales y sustancias reutilizados y reciclados (en % del peso de cada tipo de aparato y por categoría)
Grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras	80%	75%
Equipos informáticos y de telecomunicaciones y de electrónica de consumo	75%	65%
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	70%	50%
Lámparas de descarga	--	80%

Tabla 7: Porcentajes en peso y por tipo de aparato de valorización, reciclado y reutilización por categoría [RD 208/2005, 2005]

Por otro lado, se muestran los objetivos que se han propuesto en la Directiva 2012/19, aunque a día de hoy, al no estar traspuesta al ordenamiento jurídico español, no son de obligado cumplimiento, y se tomarán para el presente TFG los datos que figuran en el RD 208/2005. Estos objetivos son:

- Se mantiene, hasta el 31 de diciembre de 2015, la cantidad más alta entre el índice de recogida de 4 kg de RAEE por habitante y año, o la cantidad de peso de RAEE recogido promedio en el Estado miembro en los tres años precedentes.
- Índice de recogida mínimo a partir del 2016 del 45%.
- Índice de recogida mínimo a partir del 2019 del 65% del peso medio de los AEE introducidos en el mercado en el Estado miembro en los tres años precedentes, o alternativamente, el 85% de los RAEE generados en el territorio del Estado miembro.

Clase de electrodoméstico	Objetivo de Valorización (en % del peso de cada tipo de aparato y por categoría)		Reciclado/Reutilizado
Grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras	A partir del 13/08/2012 hasta 14/08/2015	80 %	Reciclado: 75%
	A partir del 15/08/2015 hasta 14/08/2018	85%	Se preparará para reutilización y reciclará un 80%
Equipos informáticos y de telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos	A partir del 13/08/2012 hasta 14/08/2015	75%	Reciclado: 65%
	A partir del 15/08/2015 hasta 14/08/2018	80%	Se preparará para la reutilización y se reciclará un 70%
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, productos sanitarios (con excepción de todos los productos implantados e infectados) y los instrumentos de vigilancia y control	A partir del 13/08/2012 hasta 14/08/2015	70%	Reciclado: 50%
	A partir del 15/08/2015 hasta 14/08/2018	75%	Se preparará para reutilización y se reciclará un 55%
Lámparas de descarga	A partir del 13/08/2012 hasta 14/08/2015		Reciclado: 80%
Aparatos de intercambio de temperatura y grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm)	A partir del 15/08/2018	85%	Se preparará para la reutilización y reciclará un 80%
Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm²		80%	Se preparará para la reutilización y reciclará un 70%
Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm) y equipos de informática y telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)		75%	Se preparará para la reutilización y reciclará un 55%
Lámparas		--	Reciclado: 80%

Tabla 8: Objetivos de valorización, reciclado y reutilización por categoría [Directiva 2012/19/UE, 2012]

Además, los AEE que sean puestos en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005, con el fin de dejar constancia de ello e identificar al productor deberán ser marcados. Esto se indica en el *Artículo 10. Marcado de aparatos eléctricos o electrónicos*. Se incluirá además la etiqueta indica que la recogida será selectiva en aquellos electrodomésticos destinados a los hogares. Esta etiqueta, que deberá marcarse de “manera visible, legible e indeleble” (RD 208/2005, 2005) tal y como se indica en el Anexo V, se muestra en la figura 7:



Fig. 7. Símbolo de recogida selectiva [RD 208/2005, 2005]

Si por condiciones de dimensión o las funciones que deba de desempeñar el aparato no pudiese ser etiquetado, el símbolo deberá ser estampado en:

- envase del aparato
- instrucciones de uso del aparato
- garantía del aparato

Por otro lado, en lo que concierne a la etapa de uso de los AEE en el año 2009 se aprobó la Directiva 2009/125/CE, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, la cual sustituye a la Directiva 2005/32/CE, de 6 de julio de 2005, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE del Consejo y las Directivas 96/57/CE y 2000/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Fruto de la Directiva 2009/125 se han desarrollado diversos reglamentos. Concretamente, los AEE del ámbito doméstico y de oficina deben cumplir con los requisitos indicados en el REGLAMENTO (CE) N° 1275/2008 DE LA COMISIÓN de 17 de diciembre, con las modificaciones del REGLAMENTO (UE) N° 801/2013 DE LA COMISIÓN, de 22 de agosto de 2013.

Dicho reglamento recoge un conjunto de requisitos de diseño ecológico relacionados con el consumo de energía eléctrica, estipulando los consumos máximos admisibles cuando el aparato eléctrico o electrónico está en modo “preparado”, modo “preparado en red” y modo “desactivado”.

Por estos tres modos de funcionamiento, se entiende:

- Modo “preparado”: cuando el aparato está conectado a la red eléctrica, siendo este dependiente de la energía que procede de la red para desempeñar su funcionamiento con normalidad. Además, pudiéndose prolongar de manera indefinida en el tiempo, únicamente ejecuta estas funciones:
 - Función de visualización de información o estado.
 - Función de reactivación o función de reactivación y una indicación de estado habilitado de esta función, siendo la función de reactivación la que permite la activación de otros modos (entre ellos el modo activo) mediante un conmutador a distancia.
- Modo “preparado en red”: cuando el aparato es capaz de reanudar una función mediante activación a distancia a través de la conexión de red.
- Modo “desactivado”: cuando el aparato está conectado a la red eléctrica sin funcionar o inactivamente. Se considera también modo “desactivado” cuando:
 - Únicamente se está indicando el modo desactivado.
 - Únicamente proporcionan compatibilidad electromagnética (conforme a la Directiva 2004/108/CE).

A continuación se muestran los valores límite de consumo que no han de ser superados:

Plazo (después de la entrada en vigor del REGLAMENTO (CE) Nº 1275/2008 tras modificación)	Consumo		
	Modo desactivado	Modo preparado	
		Sólo función de reactivación o reactivación e indicación de esta.	Sólo visualización de información o estado, o una sola combinación de función de reactivación y visualización de información o estado
1 año	1,0 W	1,0 W	2,0 W
4 años	0,50 W	0,50 W	1,0 W

Tabla 9: Consumos máximos para modos "desactivado" y "preparado" [REGLAMENTO (CE) Nº 1275/2008, 2008]

Para ambos plazos, según los requisitos de diseño ecológico se deberá disponer de uno de los dos modos indicados en la tabla (a menos que entorpezca el uso previsto), o se puede disponer de otra funcionalidad distinta que no suponga un consumo mayor a los consumos admisibles en modo desactivado o preparado.

Para garantizar el cumplimiento de lo establecido en el REGLAMENTO 1275/2008 se llevan a cabo controles de vigilancia del mercado para los dos modos indicados en la tabla. Si el aparato eléctrico o electrónico examinado no cumple con los límites establecidos, será considerado como no conforme.

3.2. Análisis de los Impactos Ambientales.

Mediante la promulgación y cumplimiento de las leyes y normas anteriormente expuestas, se pretende controlar los impactos ambientales derivados de los distintos aspectos ambientales dados a lo largo del ciclo de vida de los AEE.

Para no dar lugar a confusión, se pondrán de manifiesto las definiciones relativas a los principales términos que serán utilizados en este apartado, según la norma UNE-EN ISO 14001:2004 (2004):

- **Medio ambiente:** “entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones”.
- **Aspecto ambiental:** “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente”.
- **Impacto ambiental:** “cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización”.

Por el término de organización, al cual se hace referencia en las tres definiciones anteriores, se entiende: “compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración”. (UNE-EN ISO 14001:2004, 2004).

Algunos aspectos e impactos ambientales que pueden afectar al medio ambiente, ya sea de manera positiva o negativa, pueden ser:

- Aspectos ambientales: Consumo de energía, vertidos, ruido, generación de residuos, emisiones, planta de árboles, proteger especies...
- Impactos ambientales (negativos): Lluvia ácida, contaminación del suelo por metales pesados, acidificación del medio, eutrofización, smog fotoquímico,...
- Impactos ambientales (positivos): Reforestación, biodiversidad,...

Pese a que pueden existir impactos ambientales positivos, los impactos que se desprenden de la fabricación, uso de AEE y sus residuos son negativos.

Con el paso del tiempo se han ido desarrollando un conjunto de métodos capaces de identificar y cuantificar los impactos ambientales generados, y proporcionar información útil para tomar decisiones al respecto.

3.2.1. Metodología.

La metodología a seguir para analizar los impactos ambientales procedentes de los distintos aspectos ambientales relacionados con los AEE, puede variar en complejidad, tiempo requerido, información necesaria o aportada, coste asociado, ser cuantitativa o cualitativa... pero todos se basan en la realización de un ACV (análisis del ciclo de vida).

Con el fin de eliminar cualquier duda sobre el significado de ACV, la normativa UNE-EN ISO 14040:2006 (2006) de gestión medioambiental lo define como: "recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida".

El proceso de ACV, si pretende realizarse conforme a la normativa existente, consta de cuatro etapas o fases:

1. Definición del objetivo y alcance.
2. Análisis del inventario del ciclo de vida.
3. Evaluación del impacto del ciclo de vida.
4. Interpretación del ciclo de vida

Para la correcta realización de las fases del ACV conforme a la norma, se deben tener en cuenta un conjunto de principios, requisitos, directrices y un marco de referencia adecuado. Todo esto viene recogido en las normas UNE-EN ISO 14040:2006 y UNE-EN ISO 14044:2006 que serán comentadas más adelante.

3.2.2. Herramientas.

Algunas de las herramientas más empleadas para llevar a cabo el análisis de impactos ambientales son:

- Matriz MET: Se trata de un método cualitativo o semicualitativo, aunque se trabaja con cantidades.

La información requerida por la matriz MET y su distribución más habitual se muestra en la figura 8:






	Uso de MATERIALES (Entradas) M	Uso de ENERGÍA (Entradas) E	EMISIONES TÓXICAS (Salidas: emisiones, vertidos, residuos) T
<p style="background-color: #333; color: white; padding: 2px;">Obtención y consumo de materiales y componentes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los materiales, piezas y componentes necesarios que son comprados tal cual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumos de energía necesarios para la obtención en bruto de los materiales comprados. - Energía necesaria para obtener los materiales en el estado en que son adquiridos (laminados, tratamiento superficial,...) - Consumo de energía para el transporte de los materiales comprados hasta fábrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos tóxicos generados en la obtención y transformación de los materiales adquiridos antes de su llegada a la empresa.
<p style="background-color: #333; color: white; padding: 2px;">Producción en fábrica</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales auxiliares comprados tal cual (tornillería, elementos eléctricos,...). - Sustancias auxiliares que son usadas en el proceso de producción y no incluidas en la etapa anterior (elementos para soldadura, pintado, moldeo de fibra de vidrio,...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumos de energía en los procesos empleados en fábrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos tóxicos producidos en fábrica. - Restos de materiales: recortes, rechazos,...
<p style="background-color: #333; color: white; padding: 2px;">Distribución</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Embalajes del producto. - Elementos de reembalaje empleados para el transporte y distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumos de energía en el empaquetado y embalaje (caso de ser significativos). - Transporte desde fábrica a los distribuidores finales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de la combustión producidos durante el transporte. - Residuos de embalaje.
<p style="background-color: #333; color: white; padding: 2px;">Uso o utilización</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumibles. - Piezas de repuesto estimadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía consumida por el producto a lo largo de su vida útil estimada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de consumibles. - Residuos de piezas de repuesto.
<p style="background-color: #333; color: white; padding: 2px;">Sistema de fin de vida Eliminación final</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de materias primas y auxiliares para el tratamiento de fin de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía utilizada en alguno de los sistemas fin de vida de materiales o partes (incineración, desmontaje, reciclado,...) - Energía para el transporte a los sistemas de fin de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos tóxicos que genera el producto y que son destinados a gestor autorizado. - Materiales a vertedero. - Reciclaje de materiales. - Residuos de la combustión.

Fig. 8. Información y distribución de la información de la herramienta matriz MET [IHOBE, 2000]

- Eco-indicadores: Se trata de una herramienta de mayor precisión que la matriz MET y es cuantitativa (prioriza en base a cálculos numéricos). Existen distintos modelos, a continuación se muestra el más utilizado, el Ecoindicador'99:

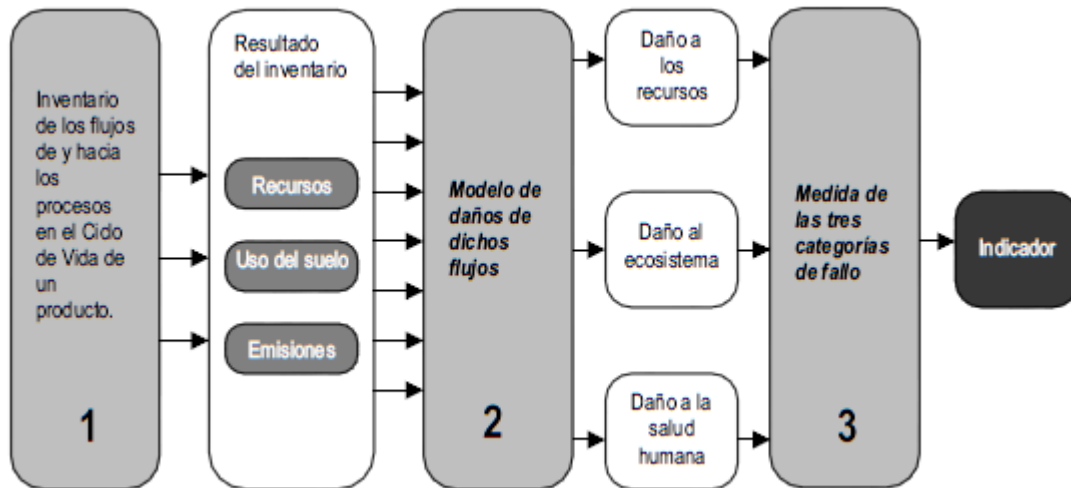


Fig. 9. Proceso de evaluación y análisis de la herramienta Ecoindicador'99 [IHOBE, 2000]

- Herramienta informática ACV: Hay una gran variedad de programas que realizan análisis de ciclo de vida, para dejar constancia de ello se muestra una lista no exhaustiva de programas existentes:

AIST-LCA	JEMAI LCA PRO
BEES	KCL-ECO
CMLCA	LEGEP
E ³ DATABASE	LSP
ECO-BAT	LTE-OGIP
ECODESIGN X-PRO	REGIS
ECO-IT	SABENTO
EIME	SIMAPRO
ENVIRONMENTAL IMPACT ESTIMATOR	TEAM
EPD TOOLS SUIT	TESPI
EVERDEE	TRAINEE
GABI	UMBERTO
GEMIS	USES-LCA
GREEN-E 1.0	

Tabla 10: Programas informáticos de ACV [IHOBE, 2009]

La herramienta informática se basa en el empleo de bases de datos y bibliotecas, permitiendo a su vez realizar análisis empleando diversos métodos.

Las diferencias existentes entre las herramientas listadas, quedan ligeramente reflejadas en la siguiente figura:

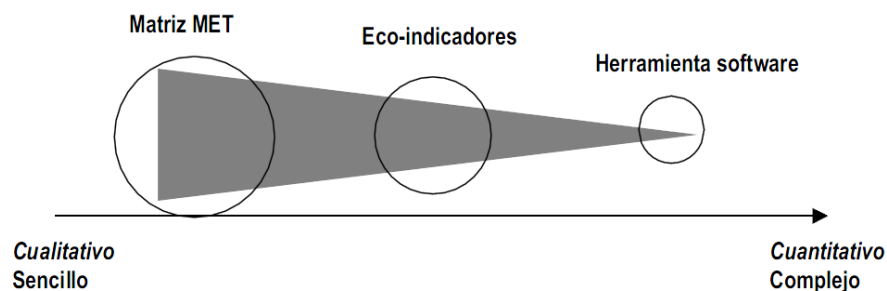


Fig. 10. Diferencias entre herramientas [IHOBE, 2000]

En función de las diferencias observadas, cada herramienta presenta sus ventajas y desventajas:

Herramienta	Ventajas	Desventajas
Matriz MET	<ul style="list-style-type: none"> - Más sencilla y rápida que las otras. - Proporciona en cada etapa una visión global de las entradas y salidas. - Permite el análisis de prioridades ambientales y una buena organización de la información para cada etapa del ciclo de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere extensos conocimientos ambientales o la participación de un experto ambiental capaz de analizar los resultados. - No proporciona impactos ni cuantificaciones numéricas.
Eco-Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - No necesita de un experto ambiental que domine la herramienta (una vez hayan sido adquiridos los conocimientos necesarios para su correcta utilización). - Mejor comprensión metodológica y de resultados. - Valoración numérica del impacto ambiental causado por el producto, sin necesidad de utilizar una herramienta informática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de realización de cálculos y operaciones para productos complejos. - Listado de Eco-indicadores no muy evolucionados y posibilidad de no adaptarse completamente en función del marco territorial.
Programas informáticos de ACV	<ul style="list-style-type: none"> - Permite comparación entre alternativas. - Facilidad de cálculo e iteración. - Adaptable a la empresa usuaria, permitiendo inclusión de parámetros de valoración por parte de esta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costes de adquisición elevados. - Bases de datos limitadas. - Disponibilidad limitada de idiomas. - Dificulta el entendimiento e interiorización de los resultados y la metodología.

Tabla 11: Ventajas y desventajas de las herramientas [IHOBE, 2000]

Pero una cosa hay que tener presente, que sea cual sea la herramienta que se utilice, todo ACV debe realizarse conforme a una normativa para dotarlo de validez. En el siguiente apartado se analiza dicha normativa.

3.2.3. Normativa.

Como se ha dicho anteriormente, si se pretende realizar un ACV conforme a las normas existentes, se debe tener en cuenta la normativa UNE-EN ISO recogida por:

- UNE-EN ISO 14040:2006 (principios y marco de referencia)
- UNE-EN ISO 14044:2006 (requisitos y directrices)

En la norma UNE-ISO 14040:2006, vienen indicados los principios fundamentales en los que debe basarse la planificación del ACV.

Los principios contemplados son:

- Debe ser realizado con transparencia e integridad.
- El ACV contempla el ciclo de vida completo, incluyendo todas las fases: obtención de recursos, procesos productivos (con el consecuente consumo de materias y energía), vida útil del aparato, gestión y disposición final.
- Los aspectos e impactos económicos generalmente quedan fuera del alcance; se analizan los aspectos e impactos ambientales.
- Tiene un enfoque relativo e iterativo. Relativo debido a que se estructura alrededor de una unidad funcional, siendo la unidad funcional el “desempeño cuantificado de un sistema del producto para su uso como unidad de referencia” (UNE-EN ISO 14:2006, 2006). Iterativo debido a que las fases individuales del ACV, a su vez, utilizan resultados de otras fases.
- Se prioriza el enfoque científico, pues las decisiones se basan preferentemente en las ciencias naturales. De no ser posible, existen otros enfoques.

Además de los principios indicados, los textos normativos UNE-EN ISO 14040:2006 y UNE-EN ISO 14044:2006 incluyen también el conjunto de fases que componen la correcta realización de un ACV (fases anteriormente mencionadas) junto a los requisitos y directrices a seguir.

Tal y como queda recogido en dichos textos, todo ACV completo debe constar de cuatro fases. A continuación se expondrá qué se hace y cuál es el propósito de cada fase:

1. Definición de objetivo y alcance:

En esta fase se debe definir el objeto de estudio, cuál o cuáles son los objetivos pretendidos, que razones han promovido el análisis, tipo de público al que se dirige dicho estudio, además de si dicho análisis será comparativo y divulgado públicamente o no.

Se debe también indicar, entre otras los datos que puedan necesitarse, cuál será la unidad funcional, cuáles serán los límites del sistema, con que suposiciones y limitaciones se trabajará, tipo de revisión crítica (en caso de haberla) una vez obtenidos los resultados,...

Consideraciones más relevantes:

-La unidad funcional debe ser definida de manera clara, además de ser medible y coherente con el objetivo y alcance del estudio.

-Los límites del sistema serán coherentes con el objetivo de estudio, identificándose y explicando que criterios se han tomado para establecerlos. Sólo se permitirá eliminar etapas, procesos, entradas,... si esto no genera variaciones significativas en las conclusiones globales del estudio.

-Se deben definir con claridad los criterios de corte para las entradas y salidas, y las suposiciones en las que se basan dichos criterios, además del efecto que causen en los resultados del estudio, siendo indicados en el informe final. Algunos posibles criterios de corte son: masa, energía, importancia ambiental, etc.

En función de todo ello, variará el nivel de detalle y la duración del ACV.

2. Análisis de inventario (ICV):

Esta fase se basa en la recopilación de datos y los procedimientos de cálculo, con el fin de cuantificar las entradas y salidas del sistema estudiado.

Es necesaria la recopilación de datos como:

- Entradas energéticas, de materias primas, auxiliares,...
- Productos, coproductos y residuos que derivan de estos.
- Emisiones y vertidos.
- Otros.

Los procedimientos de cálculo para esta fase incluyen:

- Comprobación de la validez de los datos recopilados
- Relacionar los datos con los procesos unitarios
- Relación de los datos con el flujo de referencia de la unidad funcional

Consideraciones más relevantes:

- Las limitaciones a la hora de recopilar los datos deberían ser indicadas en el alcance y en el informe de estudio.
- Si los datos proceden de fuentes públicas, dicha fuente deberá ser referenciada.
- Todos los procedimientos de cálculo deberán ser documentados de manera explícita, además de indicar claramente las suposiciones realizadas.
- Se debe verificar la validación de datos a lo largo del proceso de recopilación de estos, con el fin de garantizar la consecución de los requisitos de calidad de los datos para el caso de estudio.

El procedimiento simplificado del análisis del inventario, se muestra en la figura 11:

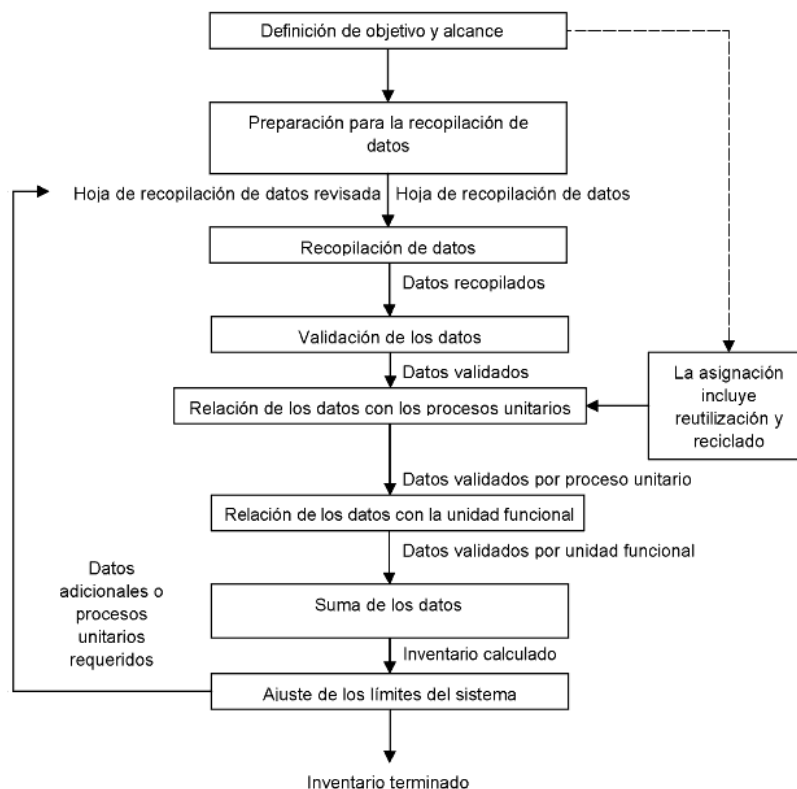


Fig. 11. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario [UNE-EN ISO 14044:2006, 2006]

3. Evaluación de impacto (EICV):

En esta fase se produce una evaluación, que puede presentar limitaciones, de los datos obtenidos como resultado del ICV con el fin de valorar como de importantes y cuáles son los impactos ambientales derivados. La información que proporciona el EICV, será de ayuda para la cuarta fase.

Consideraciones más relevantes:

- La EICV contiene algunos elementos obligatorios y otros opcionales, pudiendo utilizar los opcionales, información externa al marco de referencia.
 - Obligatorios:
 - Selección de: categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización.
 - Clasificación, mediante la asignación de resultados del ICV a las categorías de impacto elegidas.
 - Caracterización, mediante el cálculo de los resultados del indicador de categoría utilizando una conversión para expresar dichos resultados en unidades comunes y poder sumar así sumarlos por categoría.
 - Opcionales, según la norma UNE-EN ISO 14044:2006 (2006):
 - Normalización: “cálculo de la magnitud de los resultados de indicadores de categoría en relación con la información de referencia”.
 - Agrupación: “organización y posible clasificación de las categorías de impacto”.
 - Ponderación: “conversión y posible suma de los resultados del indicador a través de las categorías de impacto utilizando factores numéricos basados en juicios de valor; los datos previos a la ponderación deberían seguir estando disponibles”.
 - Análisis de calidad de datos: “mejor comprensión de la fiabilidad en la recopilación de los resultados del indicador, y del perfil de la EICV”.

-Dado el enfoque relativo de la EICV, esta es distinta a otras técnicas. Puede hacer uso de información obtenida a partir de otras.

-Pueden realizarse análisis adicionales de calidad de los datos utilizados en la EICV (análisis de gravedad, de incertidumbre y de sensibilidad).

4. Interpretación de resultados:

En esta fase se lleva a cabo una interpretación conjunta de los resultados obtenidos del ICV y del EICV, con el fin de obtener información que permita tomar decisiones coherentes.

Esta fase comprende varios elementos:

- Identificación de los aspectos más relevantes observados en los resultados de las fases del ICV y la EICV.
- Evaluación de dichos aspectos (considerando la posibilidad de uso de análisis de integridad, sensibilidad, coherencia u otros, con el fin de fortalecer la confianza de los resultados del estudio).
- Manifiesto de conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

Para realizar una correcta interpretación, se debería comentar que los resultados del EICV:

- Se basan en un enfoque relativo.
- Indican efectos ambientales potenciales.
- No predicen impactos reales.
- No indican superación de umbrales, márgenes de seguridad o riesgos.

Con el fin de sintetizar lo anteriormente comentado se muestran a continuación las fases del ACV, las relaciones existentes entre los elementos de la fase de interpretación y las otras fases del ACV, además de algunas posibles aplicaciones:

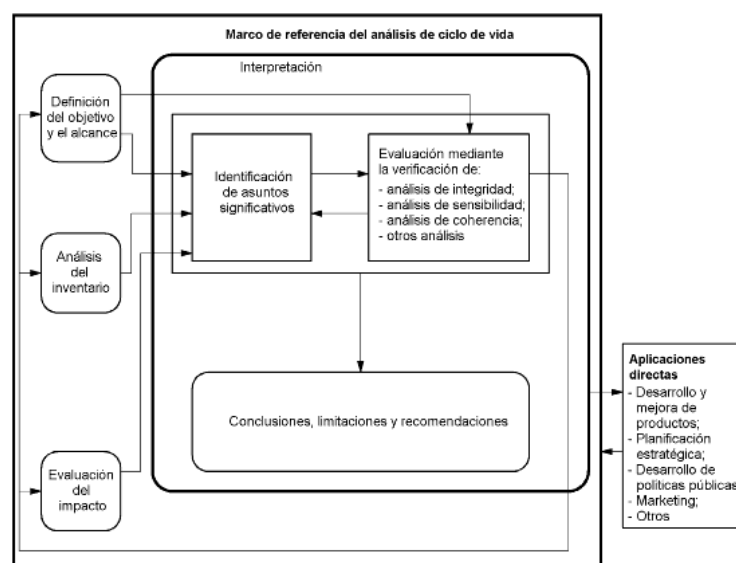


Fig. 12. Relaciones entre los elementos en la fase de interpretación con las otras fases del ACV [UNE-EN ISO 14044:2006, 2006]

De las 4 fases de las que se acaban de comentar, las fases de definición del objetivo y alcance e interpretación de resultados constituyen el marco de referencia, mientras que las fases de análisis de inventario y evaluación de impactos proporcionan información sobre el producto y los impactos asociados.

En base a todo lo expuesto a lo largo de la introducción, justificación y objetivo, y el marco teórico, se pasará ahora a comentar el caso práctico propuesto para este trabajo.

4. CASO PRÁCTICO.

4.1. Descripción del Producto/s a Analizar (Datos del Desmontaje).

El aparato que se analiza en este trabajo es una plancha de pelo procedente de un hogar. Dicho aparato pertenecerá a la *categoría 2. Pequeños electrodomésticos*, pues entre el amplio catálogo de AEE que abarca dicha categoría, se encuentran los “Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.” (RD 208/2005, 2005), incluyendo por tanto a la plancha de pelo. Se muestra a continuación una imagen del conjunto de elementos adquiridos tras la compra del aparato:



Fig. 13. Conjunto de elementos adquiridos tras la compra de la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014]

Las características del producto quedan recogidas en la siguiente tabla:

Dimensiones	32,0*6,5*6,5 cm
Tensión de alimentación	230V (AC)
Frecuencia requerida en la red	50Hz
Potencia consumida	180W

Tabla 12: Características del producto [Electro Saghrma, s.a., 2014]

Tras la compra, el conjunto de elementos adquirido con un peso total de 1252 gramos es:

- Embalaje de cartón.
- Documentación: instrucciones y garantía.
- Plancha eléctrica de pelo, con peine de plástico incorporado extraíble y placas lisas metálicas montadas.
- Placas onduladoras intercambiables del mismo material metálico.
- Recubrimientos anti-golpes para las placas intercambiables y el aparato.

Para llevar a cabo el análisis de impactos ambientales generados por la plancha de pelo, se necesita determinar que materiales y componentes conforman el aparato. Esto hace necesario el completo desmontaje de las piezas y elementos de dicho electrodoméstico. El proceso a seguir para el desmontaje es:

- Identificación de cada pieza mediante un número y un nombre, siendo el número un indicativo de la pieza que se está desmontando y en qué conjunto se encontraba ensamblado. Se indicará también el tiempo de desmontaje y la pieza precedente (otra pieza que se haya tenido que desmontar, para poder extraer la pieza presente).

- Conforme se desmonte cada pieza:
 - se indicará el número de piezas que hay iguales
 - se pesará
 - se indicará el tipo de unión que la mantenía unida al resto de piezas
 - se expondrán comentarios que aclaren el proceso de desmontaje o la compresión global del desensamblado

Se muestra a continuación la tabla donde quedan recogidos los datos de interés del proceso de desmontaje:

Nº código	Nombre pieza	Nº de piezas	Tiempo de desmontaje (aproximado)	Peso (g)	Tipo de uniones	Comentarios	Pieza procedente
1	Plancha de pelo	1	--*	701	--	Aparato totalmente ensamblado	--
1.1	Placas lisas	2	5"	138	Guía	El peso considerado es de ambas placas. El aparato incluye además placas intercambiables con diversos grados de ondulación. Los pesos de las otras tres placas onduladas son: <ul style="list-style-type: none"> - Poco onduladas: 140 g - Onduladas: 140 g - Muy onduladas: 142 g 	--
1.2	Peine	1	1"	6	Acoplamiento	--	1.1
1.3	Cubiertas inferiores	2	186"	36	Tornillo + Acoplamiento	Las cabezas de los tornillos tenían una muesca distinta a las usuales, con lo cual conllevó más tiempo de desmontaje.	--
1.4	Cubiertas superiores	2	127"	60	Tornillo + Acoplamiento	Los tornillos tenían muescas en estrella.	--
1.5	Soporte de placas (con deslizadera)	2	60"	126	Tornillo +Acoplamiento	Los tornillos mantenían unidos estos soportes a las resistencias calentadoras (sándwich de las piezas 1.5.2 y 1.5.4).	1.4

1.5.1	Placas (Función tope + cubierta)	2	--	18	Tornillo	Las placas que hacen función de tope están hechas de acero, pero en una de las caras tienen un recubrimiento de poliestireno.	1.5
1.5.2	Plaquetas cerámicas	4	--	14	--	--	1.5
1.5.3	Remache	4	37"	4	Acoplamiento	--	1.5
1.5.4	Placas a tensión (recubiertas con policarbonato)	4	61"	4	Cable "mordido"	--	1.5.1
1.6	Embellecedores	2	353"	10	Acoplamiento + adhesivo	--	--
1.7	Cubiertas largas	2	118"	129	Tornillos	--	1.6
1.7.1	Muelle	1	--	12	Acoplamiento	--	1.7
1.7.2	Cable	1	50"	113	Tornillos + Cable "mordido"	Longitud: 2,1 metros	1.7
1.7.3	Interruptor	1	10"	8	Acoplamiento + Cable soldado	--	1.7

*El símbolo "--" indica que no se necesita desmontar antes ninguna pieza, que no requiere tiempo de desmontaje, no se hace ningún comentario al respecto o no existe tipo de unión.

Tabla 13: Datos de desmontaje de la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014]

El resto de elementos que forman parte del conjunto global adquirido al comprar dicho aparato son:

- Tornillería: 23 gramos.
- Embalaje de cartón: 102 gramos.
- Embalajes de burbujas: 13 gramos.
- Instrucciones y garantía: 14 gramos.

Haciendo uso del procedimiento de análisis de reciclabilidad proporcionado por las tutoras [SRL-GATECH], se obtiene que puede reciclarse alrededor de un 75,66% del producto en peso.

Con el fin de dar una idea más específica, se muestran los distintos elementos mencionados:

1.1 Placas



1.2 Peine



1.3 Cubiertas inferiores



1.4 Cubiertas superiores



1.5 Soporte de placas (con deslizadera) 1.5.1 Placas (Función tope + cubierta)

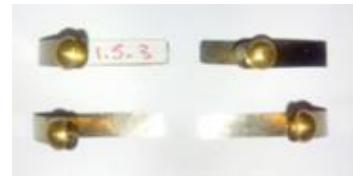


Fig. 14. Elementos de la plancha 1 [Elaboración propia, 2014]

1.5.2 Plaquitas Cerámicas



1.5.3 Remache



1.5.4 Placas a tensión (recubiertas con policarbonato)



1.6 Embellecedores



1.7 Cubiertas largas



1.7.1 Muelle



1.7.2 Cable



1.7.3 Interruptor



Embalajes de burbujas



Caja de cartón



Tornillería



Instrucciones y garantía



Fig. 15. Elementos de la plancha de pelo 2 [Elaboración propia, 2014]

Una vez descrito y mostrado el aparato que será objeto de análisis, las piezas y elementos que lo componen; se pasará a indicar cuál o cuáles son los objetivos del presente trabajo, a la vez que se definirá el alcance del estudio.

4.2. Definición del Objetivo y el Alcance.

El presente trabajo tiene por objetivo analizar cómo afecta al medio ambiente una plancha de pelo (de uso no profesional) en las diferentes fases de su ciclo de vida. Se pretende así identificar que materiales o componentes afectan en mayor medida, causando por tanto, un mayor impacto ambiental. Con el fin de obtener esta información se hará uso de dos herramientas de análisis de impacto ambiental, estas son: Matriz MET y un programa informático de ACV. La herramienta informática empleada en este caso será SimaPro, versión 7.3.3. Una vez se haya obtenido la información de interés, se llevará a cabo la propuesta de mejoras de la plancha de pelo relacionadas con el ámbito medioambiental.

Para la definición del alcance, se expondrán a continuación una serie de subapartados con el fin de recoger todos los aspectos relevantes fijados por la norma ISO 14040. Los subapartados considerados son:

- Las funciones del sistema del producto.
- La unidad funcional.
- El sistema del producto y sus límites.
- Los tipos de impacto y la metodología de evaluación del impacto.
- Las hipótesis y las limitaciones.

4.2.1. Funciones del producto.

El término funciones del producto se entiende como el conjunto de actividades que se pueden realizar mediante la utilización del producto en sí.

Las funciones desarrolladas por la plancha de pelo son funciones con fin estético corporal, siendo el propósito dar la forma deseada al cabello del usuario mediante su uso. Las funciones que desempeña son:

- Alisado del cabello.
- Ondulación, existiendo la posibilidad de variar el grado de ondulación haciendo uso de placas intercambiables, del cabello.

4.2.2. Unidad funcional.

En función de la definición proporcionada de unidad funcional en el apartado 3.2.3, se considera que la unidad funcional empleada en este análisis será *78 horas de planchado de pelo a una potencia de 180W*.

4.2.3. Sistema del producto y sus límites.

Para llevar a cabo el análisis de los impactos ambientales generados por la plancha de pelo se debe antes definir los límites del sistema a estudiar. Estos

límites indican qué es lo que queda dentro y se tiene en cuenta a la hora de realizar el estudio, y qué es lo que se excede a dichos límites y por tanto no será considerado para el análisis.

Para el caso de estudio se considerará que quedan dentro de los límites del sistema la fabricación del aparato eléctrico (contemplando la obtención y procesado de materias primas necesarias), transporte, uso durante la vida útil del producto y la gestión de los residuos que puedan derivar.

No se consideran dentro de los límites el transporte de las materias primas ni el transporte para la gestión final del producto.

4.2.4. Tipos de impacto y metodología de evaluación del impacto

Las categorías de impacto consideradas a la hora de cualificar y cuantificar los impactos derivados de las fases del ciclo de vida de la plancha de pelo son:

- Sustancias carcinógenas: capacidad de provocar cáncer en los seres vivos que se encuentre expuestos.
- Riesgos de afecciones respiratorias por partículas orgánicas: posibilidad de inhalación, con las consecuentes enfermedades que pueden derivar, de dichas partículas por parte de personas y animales.
- Riesgos de afecciones respiratorias por partículas inorgánicas: al igual que la anterior, posibilidad de inhalación, con las consecuentes enfermedades que pueden derivar, de dichas partículas por parte de personas y animales.
- Cambio climático: comprende toda variación en el clima como por ejemplo la temperatura, precipitaciones, etc. Es un término distinto al de calentamiento global, el cual sólo englobaría aspectos relacionados con el incremento de la temperatura ambiental en la Tierra.
- Radiación: uno de sus orígenes pueden ser las reacciones nucleares provocadas (por ejemplo en las centrales nucleares). Las radiaciones tienen la capacidad de penetrar en la materia e interactuar con los átomos y moléculas. Mientras se producen las interacciones se produce una transferencia energética de la radiación al medio material provocando su ionización.
- Capa de ozono: relacionado con el deterioro de dicha capa (situada en la estratosfera terrestre) al verse reducida la cantidad de ozono. Un ejemplo de los gases que contribuyen a estos impactos son los CFC (clorofluorocarbonados).
- Ecotoxicidad (daño al ecosistema): contaminación del ecosistema.

- Acidificación y Eutrofización: causadas principalmente por el vertido de ácido sulfúrico y ácido nítrico, formadas a partir de las emisiones de azufre y NO_x liberadas a la atmósfera, y las emisiones de NO_x y la filtración de fósforo procedente de cultivos respectivamente. Puede causar, entre otras, excesiva proliferación de algas en los lagos y una vida acuática reducida en los lagos.
- Utilización de terreno (por deposición en vertedero): terreno ocupado por la cantidad de residuos que se gestionan en vertedero.
- Consumo de minerales: Consumo de materias primas de disponibilidad limitada necesarias para la producción de cualquier producto.

Para llevar a cabo la evaluación de dichos impactos, el método empleado será Eco-Indicator99' (I/I).

Las bibliotecas y bases de datos que se emplearán para la realización del ACV mediante herramienta informática son:

- Ecoinvent system processes
- Ecoinvent unit processes
- ELCD
- Industry data 2.0
- Methods

Las 4 primeras son bases de datos con información de materiales, energía, transporte fin de vida, y la última es la base de datos que contiene los diferentes métodos de evaluación de impacto.

4.2.5. Hipótesis y limitaciones

Para la definición de la unidad funcional se ha considerado una hipótesis de funcionamiento basada en experiencias de uso de este tipo de aparato eléctrico pues, tras una intensa búsqueda no se han encontrado estudios de durabilidad de esta clase de aparato. Se ha supuesto un funcionamiento semanal de 30 minutos durante una vida útil de 3 años.

Se considera un único planchado semanal con el fin de proteger el cabello del usuario de un fuerte deterioro. La duración del proceso de alisado u ondulado se estima de 30 minutos como cómputo global del calentamiento del aparato y empleo funcional previsto sobre el cabello.

La consideración de tres años de durabilidad contempla tanto el deterioro o rotura del aparato como la obsolescencia, ya que la tecnología avanza a pasos

agigantados, permitiendo la implementación constante de mejoras en los AEE. Este hecho puede llevar a los compradores a cambiar el producto viejo, pese a que pueda funcionar en perfectas condiciones, por uno nuevo con mejores prestaciones.

4.3. Análisis del Inventario.

Dado que la fase de análisis del inventario consiste en la recopilación de datos y procedimientos necesarios para llevar a cabo el ACV según norma, tal y como se ha indicado en el apartado 3.2.3; en este apartado se pondrá de manifiesto la información necesaria (en el anexo I se puede consultar los datos completos introducidos en el programa). Dicha información incluye los materiales y procesos productivos, transporte del producto e índices de la gestión del RAEE. Todo esto se expone a continuación:

- **Materiales y procesos:**

Haciendo uso de una guía de identificación de plásticos, se dedujo que el plástico empleado en las cubiertas externas del aparato eléctrico es acetato butirato de celulosa, sin embargo, ese material no se encuentra disponible en la base de datos de SimaPro 7.3.3. El material tuvo que ser sustituido por un plástico similar que sí se encontraba en dicha base de datos, PMMA (poli metil metacrilato).

El proceso de fabricación considerado para dichas piezas de plástico es moldeo por inyección, pues hay indicios para ello ya que en algunas piezas no ha sido eliminado el material sobrante procedente del canal de entrada por donde se inyecta a presión el plástico fundido y en las que sí, se nota el corte realizado.

Algunas piezas iban acompañadas de recubrimientos totales o parciales como es el caso de las piezas 1.5.1 *Placas (Función tope + cubierta)* y 1.5.4 *Placas a tensión (recubiertas con policarbonato)*. Los recubrimientos se han considerado respectivamente: poliestireno, dada la semejanza, y policarbonato por calandrado, haciendo uso de la guía de identificación de plásticos facilitada por las tutoras.

El material metálico de la pieza 1.5.1 ha sido considerado acero de baja aleación dada la relación peso-volumen, la rigidez que presentaba y la función a realizar. En cuanto a la pieza 1.5.4, esta ha sido considerada de aleación de aluminio laminada en caliente, pues era muy ligera y dado que la función pretendida es la conducción de electricidad, el aluminio cumple con las propiedades necesarias. Para el recubrimiento de policarbonato se ha considerado por su aspecto brillante, que ha sufrido un proceso de impresión de una capa protectora.

Mediante inspección visual, las impresiones que daba de resistencia y la aplicación que tenía por destino se determinó que las piezas 1.5.2 (*Plaquitas cerámicas*) estaban conformadas por sinterizado de polvos cerámicos. Dicho

material fue considerado como óxido de zinc (Zn_4O), un material semiconductor dada la función que debía desempeñar en el conjunto del aparato eléctrico. El proceso de sinterizado de polvos de material cerámico, en este caso pulvimetalurgia, no está disponible en la base de datos, así que se aproximó lo máximamente posible, poniendo por proceso molienda (trituration) de partículas.

Para que el aparato pueda desempeñar la función de apertura y cierre de la plancha en modo tijera se incorpora un *muelle* (*pieza 1.7.1*). Dicho elemento mecánico, al igual que la *tornillería* y por semejanza a esta, han sido considerados de acero de baja aleación, siendo los procesos considerados trefilado y torneado convencional respectivamente.

En cuanto a la *pieza 1.5.3 Remache*, ha sido considerada de latón laminado dada su maleabilidad, flexibilidad, peso y aplicación.

El resto de piezas metálicas (1.1 y 1.5) se ha considerado que estaban compuestas por aluminio, dada la relación peso-volumen y aspecto observado. La geometría de las piezas invita a suponer un procesado de extrusión por impacto en caliente.

El *embalaje de burbujas* ha sido considerado de polietileno de baja densidad, pues dichos embalajes venían marcados con el símbolo acorde a dicho plástico.

Las *hojas de instrucciones y garantía* que acompañaban al aparato, han sido consideradas como papel no reciclado.

La *caja de cartón*, que guardaba el conjunto del aparato, instrucciones y garantía y el resto de embalajes plásticos, se ha tomado como corrugado, de una sola capa y fibra virgen.

Algunas de las piezas desmontadas, vienen recogidas en las bases de datos de SimaPro 7.3.3 como componentes ya ensamblados, como es el caso del *cable* (que se ha asimilado al de una impresora), el *enchufe conector* y el *interruptor* de encendido y apagado.

Debe tenerse en cuenta que para algunas piezas no se ha indicado proceso productivo, esto es porque en la base de datos el material ya incluía el proceso más habitual y, en este caso, coincidente con el que se considera más acertado por parte del autor.

En las tres siguientes figuras se muestra como se deben introducir los datos para una pieza, en este caso, el interruptor:

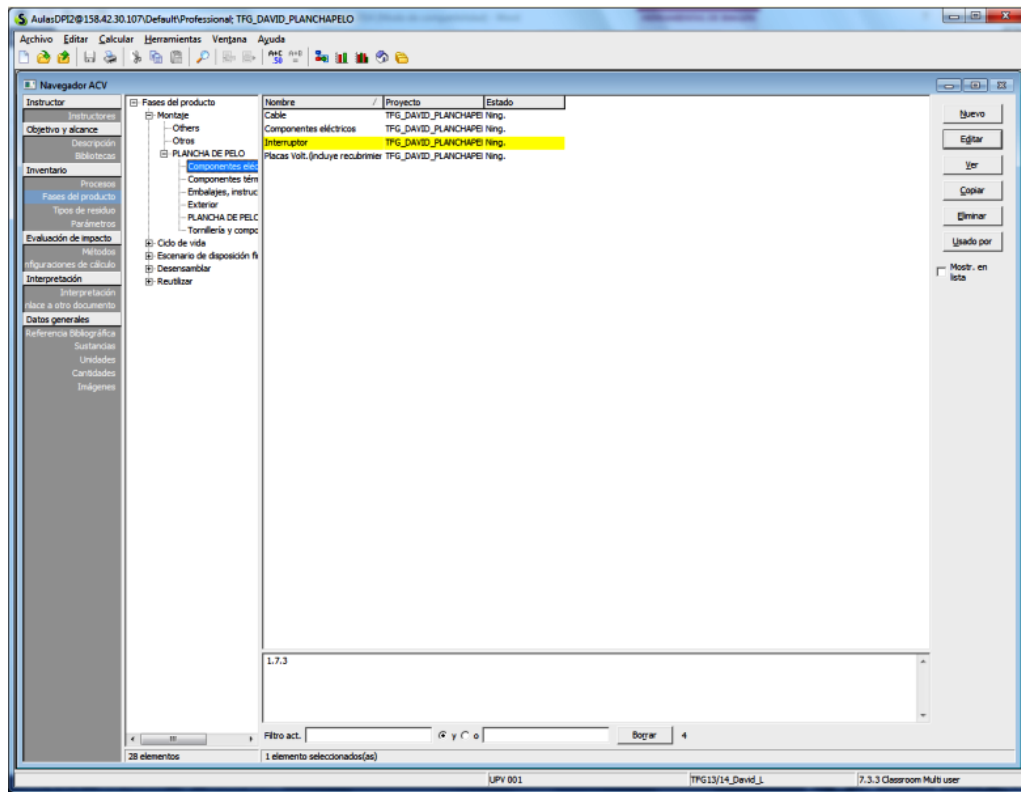


Fig. 16. Selección de la pieza interruptor en la ventana fases del producto de Simapro [SimaPro, 2014]

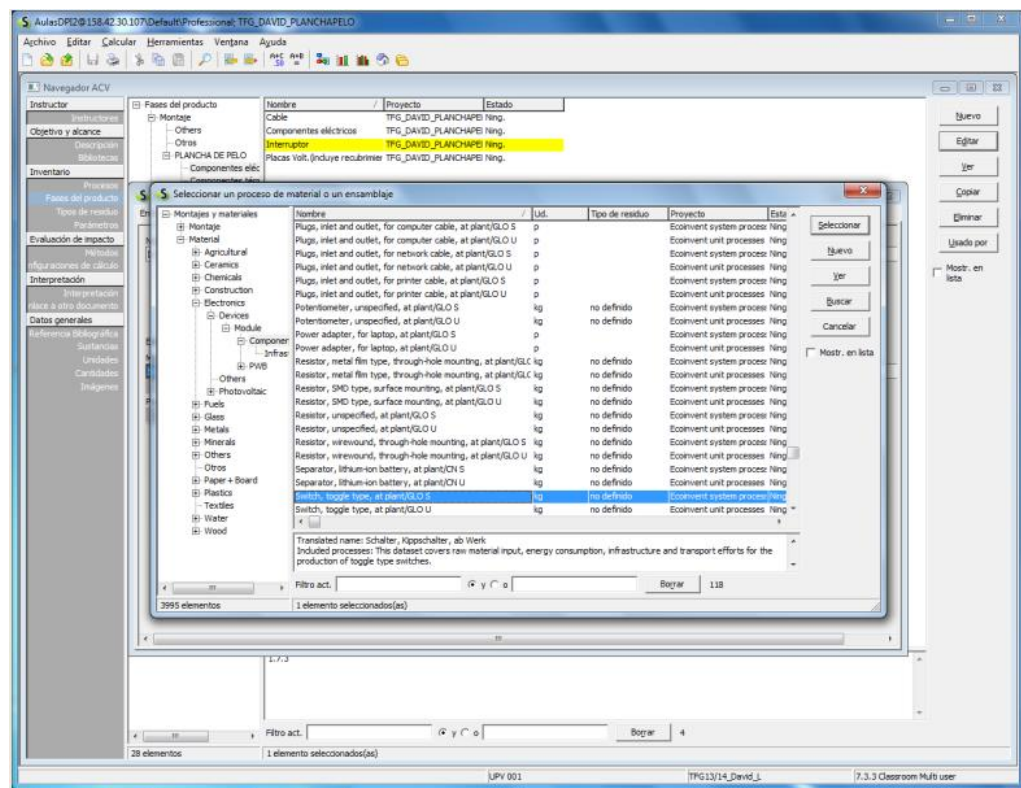


Fig. 17. Selección del material o ensamblaje en Simapro [SimaPro, 2014]

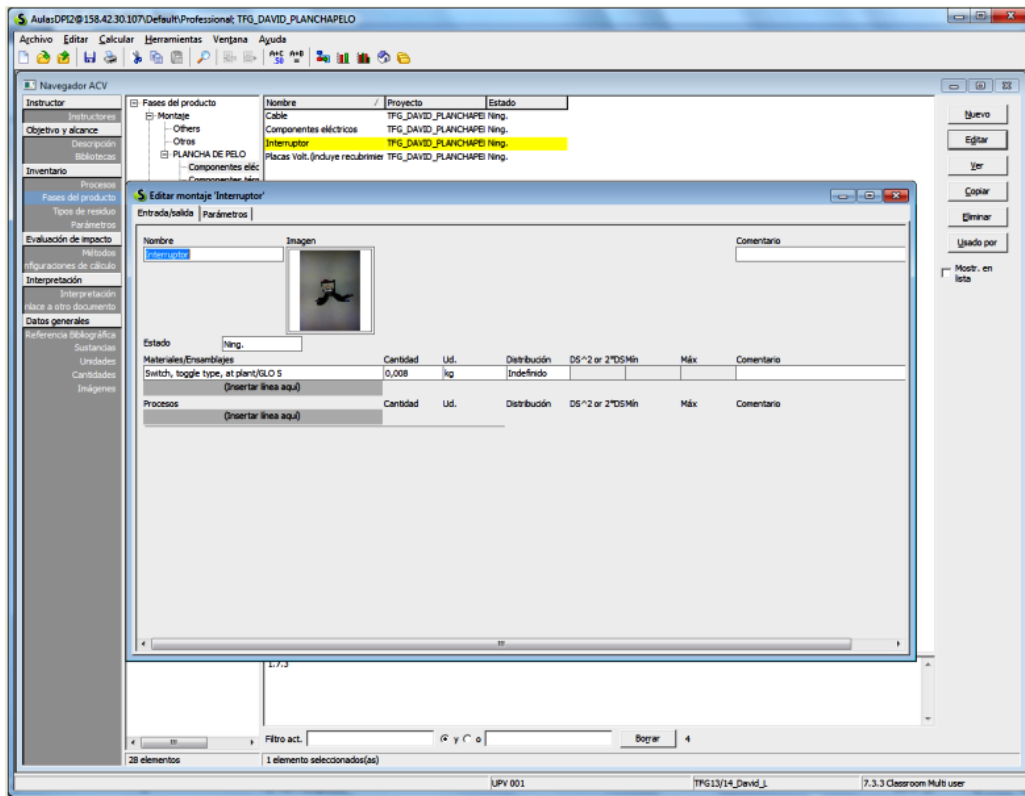


Fig. 18. Pantalla de entrada/salida de SimaPro [SimaPro, 2014]

- Transporte:

Se considera que la remesa de electrodomésticos de la franquicia SOGO se importa a España desde uno de los más grandes almacenes de Hong Kong, en el 555 de Hennessy Rd (China), donde se encuentra el almacén y centro comercial SOGO.

Es importante tener en cuenta que la distancia recorrida en el transporte será una distancia aproximada, siendo por ruta marítima de 15118,425 km empleando para ello un buque de carga transoceánico. La ruta recorrida por tierra será de alrededor de 366,5 km y se llevará a cabo con camiones de 16 toneladas.

La ruta marítima ha sido calculada considerando la distancia en línea recta (10.078,95 Km) entre los aeropuertos más cercanos al origen y destino deseados y se ha incrementado con un factor de 1,5 con el fin de aproximarla al trayecto real por costa.

- Gestión de residuos:

En lo referente al tratamiento de residuos, no hay disponible un escenario particularizado para el marco español en las bases de datos de SimaPro7.3.3. Por tanto, se ha escogido de entre los escenarios disponibles, el que más se aproxima a los datos de reciclado, incineración y eliminación según estudios realizados sobre los RAEE en España.

Pese a que la gestión de la plancha de pelo se supone que se lleva a cabo en Valencia por proximidad con el hogar del cual procede el aparato, no se han obtenido datos sobre el porcentaje de RAEE que habitualmente se reutiliza, recicla, incinera o se deja en vertedero ni para esta ciudad en particular ni para el global del territorio nacional. Sólo se han encontrado datos al respecto a través de la web de la comunidad de Navarra, procedentes de los informes que los SIG (sistemas integrados de gestión) han cedido al Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local (DRMAyAL). En la siguiente figura pueden observarse los SIG que han participado y las categorías sobre las que han aportado datos:

CATEGORÍA RAEE		TRAGAMOVIL	ECOFIMATICA	ECOASIMELEC	ECOTIC	ECOLEC	ERP	AMBILAMP	ECOLUM	ECORAAE
1	GRANDES ELECTRODOMESTICOS			x	x	x	x			
2	PEQ ELECTRODOMESTICOS			x	x	x	x			
3	EQ. INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES	x	x	x	x	x	x			
4	APARATOS ELECTRONICOS			x	x	x	x			
5	APARATOS ALUMBRADO				x			x	x	
6	HERRAMIENT ELECTRICAS			x	x	x	x			
7	JUGUETES			x	x	x	x			
8	APARATOS MEDICOS			x	x	x				
9	INSTR. VIGILANCIA Y CONTROL			x	x	x	x			
10	MAQ. EXPENDEDORAS				x	x				

ECORAAE se ha autorizado en 2012, por ello no hay datos de 2011.

Tabla 14: SIG que han aportado datos de recogida de RAEE por categorías [GANASA, 2012]

Para la elección del escenario más aproximado se ha tenido en cuenta la siguiente figura:

CATEGORÍA RAEE	RECOGIDA					GESTION				
	ORIGEN DOMÉSTICO	%	ORIGEN NO DOMÉSTICO	%	TOTAL RECOGIDO, t	REUTILIZADO/ RECICALDO, %	VALORIZ ENER., %	VALORIZ TOTAL, %	ELIMIN., %	
1 GRANDES ELECTRODOMESTICOS	1.583,05	58,5%	53,06	40,0%	1.636,1	86,8%	5,4%	92,3%	7,7%	
2 PEQ ELECTRODOMESTICOS	88,53	3,3%	0,00	0,0%	88,5	91,9%	2,0%	93,9%	6,1%	
3 EQ. INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES	458,10	16,9%	7,30	5,5%	465,4	86,0%	4,7%	90,7%	9,3%	
4 APARATOS ELECTRONICOS	531,25	19,6%	0,00	0,0%	531,3	88,8%	1,9%	90,7%	9,3%	
5 APARATOS ALUMBRADO	4,08	0,2%	43,51	32,8%	47,6	84,7%	4,8%	89,5%	10,5%	
6 HERRAMIENT ELECTRICAS	10,71	0,4%	0,00	0,0%	10,7	94,0%	0,7%	94,7%	5,3%	
7 JUGUETES	22,80	0,8%	7,50	5,6%	30,3	86,1%	1,6%	87,6%	12,4%	
8 APARATOS MEDICOS	2,79	0,1%	5,39	4,1%	8,2	68,4%	0,6%	69,0%	31,0%	
9 INSTR. VIGILANCIA Y CONTROL	2,50	0,1%	0,00	0,0%	2,5	12,9%	0,4%	13,3%	86,7%	
10 MAQ. EXPENDEDORAS	0	0,0%	15,99	12,0%	16,0	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	
TOTAL	2.703,80	95%	132,75	5%	2.836,55	86,7%	4,7%	91,4%	8,6%	

TASA DE RECOGIDA = 4,21 Kg.hab.año

Tabla 15: Análisis global de recogida y gestión de RAEE [GANASA, 2012]

La figura anterior muestra los datos de recogida de RAEE en toneladas y en tanto por cien en función del origen para cada categoría. Además, por categoría también, muestra los porcentajes de valorización, reciclaje/reutilizado y de eliminación (vertedero) habituales en su gestión. Resultan de interés los datos de la categoría 2. Pequeños electrodomésticos, por estar incluido en dicha categoría el aparato eléctrico objeto de análisis en el presente trabajo.

Dado que en los escenarios disponibles en las bases de datos de Simapro 7.3.3 únicamente se contempla el porcentaje destinado a incineración y el porcentaje destinado a vertedero, mediante un desglose y una regla de tres se pueden obtener los porcentajes destinados a vertedero e incineración que serán aplicables a la plancha de pelo mediante los datos mostrados en la figura anterior.

Del 8,1% de los procesos de valorización energética más eliminación (gestión en vertedero), un 2% se incinera (valorización energética). Por tanto queda:

$$\text{Incinerado} = 2 \times 100 \times \frac{1}{8,1} = 24,691\%$$

La diferencia hasta el 100% será el porcentaje que se pone en vertedero:

$$\text{Vertedero} = 100 - 24,691 = 75,309\%$$

Comparando los valores obtenidos con la tabla de escenarios disponibles:

Escenario	% incineración	% vertedero
Inglaterra	16,9	83,1
Francia	53	47
Holanda	92,1	7,9
Suiza	88	12
USA	20	80

Tabla 16: Datos por escenario de porcentajes del producto incinerado y gestionado en vertedero [SimaPro, 2014]

Se observa por tanto que el escenario que más se aproxima es el de USA, en el que un 20% se incinera y un 80% se gestiona en vertedero.

En la figura 19 se muestra la pantalla donde se introduce el ciclo de vida de la plancha de pelo, indicando los datos de transporte en toneladas por kilómetro, la cantidad de energía consumida durante la vida útil para las hipótesis de funcionamiento en Kwh y el escenario de gestión de residuos para el montaje final.

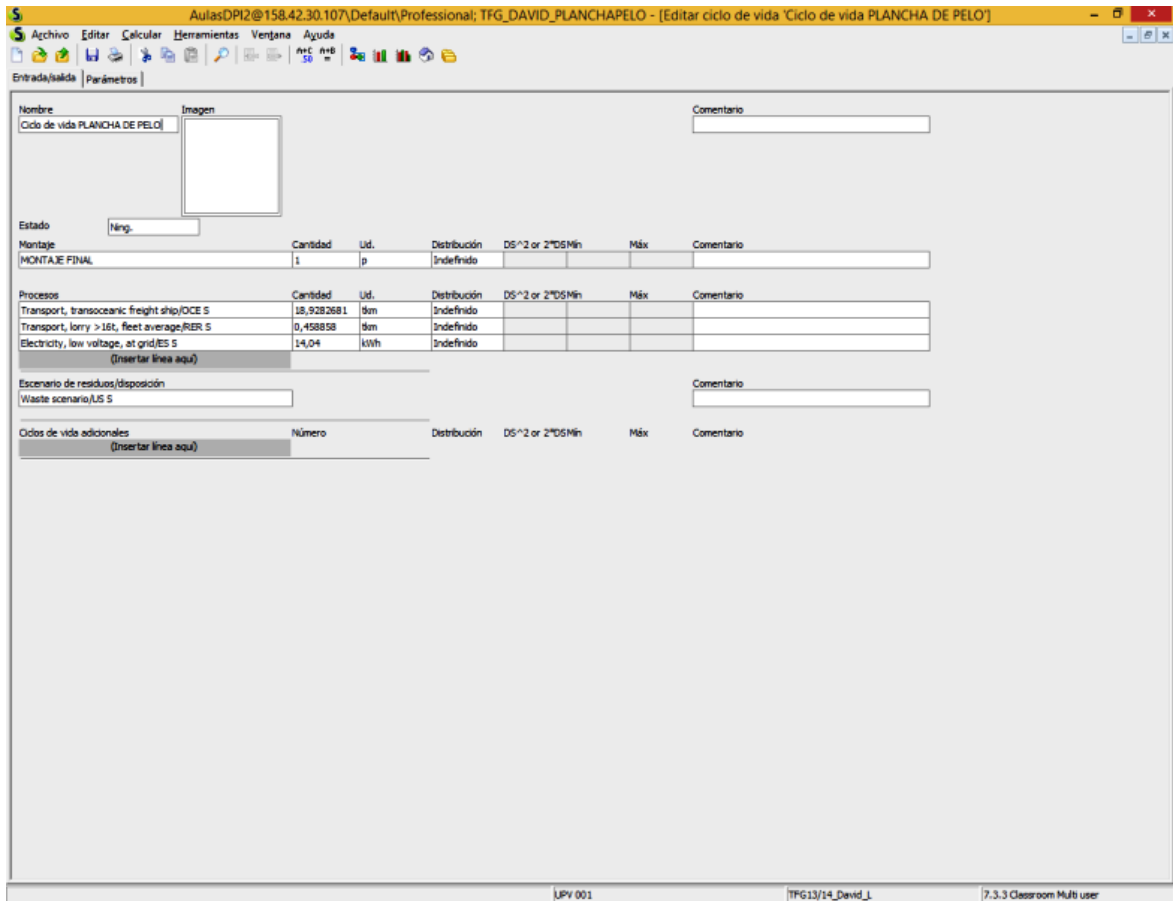


Fig. 19. Pantalla de introducción del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]

Con el fin de sintetizar el inventario para tener así una idea más global del conjunto, se recoge toda la información anteriormente expuesta haciendo uso de la herramienta cualitativa o semicualitativa Matriz MET. Dicha matriz se muestra en la página siguiente.

	Uso de MATERIALES (entradas) M	Uso de ENERGÍA (entradas) E	EMISIONES TÓXICAS (salidas: emisiones, vertidos, residuos) T
Obtención y consumo de materiales y componentes	-PMMA (0,242454727 kg). -Poliestireno (0,001 kg). -Policarbonato (0,002 kg). - Acero baja aleación (0,04199 kg). -Aleación de aluminio (0,688 kg) -Óxido de zinc (0,014 kg). -Latón (0,004 kg). -Interruptor (0,008 kg). -Cable (2,1 m). -Enchufe (1 ud.).	-Consumo energético destinado a la obtención de materiales.	--
Producción en fábrica	-Materiales auxiliares (desengrasantes y lubricantes para las máquinas del sistema productivo de la empresa).	-Energía consumida en procesos (inyección por moldeo, laminado, trefilado, calandrado, extrusión por impacto en caliente, torneado convencional, trituración-molienda, tratamiento superficial).	-Residuos metálicos, plásticos... -Restos de lubricantes y desengrasantes para las máquinas. -Plastificantes para moldeo por inyección. -Emisiones debidas a los diferentes procesos de fabricación y al encolado.
Distribución	-Embalajes del producto (Bolsas de polietileno de baja densidad:0,013 kg y cartón:0,102 kg) -Instrucciones y garantía (papel: 0,014 kg). -Caja máster.	- Combustible para el transporte en buque de carga transoceánico (15118,425 Km) y camión de 16 toneladas (366,5 Km).	-Emisiones por combustión del combustible.
Uso o utilización	--	-Consumo de energía: 14,04 Kwh.	-Emisiones derivadas de la producción de energía consumida.
Sistema de fin de vida Eliminación total	--	-Energía consumida en los procesos de tratamiento (valorización, reciclaje y deposición en vertedero).	- Emisiones, vertidos y residuos derivados del transporte. -Emisiones, vertidos y residuos originados por los procesos de gestión.

Tabla 17: Matriz MET aplicada a la plancha de pelo [Elaboración propia, 2014]

Se ha de tener en cuenta que los pesos de las piezas han sido medidos con una balanza de intervalos de un gramo, por tanto no existe precisión absoluta.

4.4. Evaluación de Impactos.

Tal y como quedó definido el presente apartado en el punto 3.2.3, esta fase tiene por propósito cuantificar los impactos ambientales que derivan del aparato eléctrico que está siendo analizado en este trabajo a lo largo de su ciclo de vida completo. Se mostrarán por tanto en este apartado los diagramas y resultados necesarios para comprender, junto con los datos recopilados en la fase anterior, la interpretación de los datos obtenidos que se llevará a cabo en la cuarta y última fase del ACV.

Los diagramas que se muestran son:

- Red simplificada: muestra las divisiones y subdivisiones de los conjuntos y elementos que conforman y participan en el ciclo de vida de la plancha de pelo junto con la puntuación de impacto asociada. Cada división se relaciona con las que le preceden y le suceden mediante una flecha que emula un flujo, siendo esta flecha más gruesa cuanto mayor sea el impacto asociado.
- Caracterización: muestra todas las categorías de impactos que se han tenido en cuenta a la hora de evaluar que impactos derivan del ciclo de vida de la plancha de pelo. Para cada categoría, se muestra como repercuten las distintas etapas del ciclo de vida.
- Puntuación única: muestra la puntuación asociada a los impactos considerados para cada etapa del ciclo de fin de vida.

Dado que puede resultar inviable la posterior explicación y correcta comprensión de un diagrama con 72 elementos, se muestra una versión reducida del diagrama de red que contiene los elementos que mayor impacto ambiental causan según el método Eco-Indicator' 99 (I/I). Se ha supuesto un valor de corte aleatorio proporcionado por el propio programa que permite evaluar los elementos que mayor impacto generan, siendo este valor 4,4%. Se muestra a continuación el diagrama de red simplificada para el ciclo de vida de la plancha de pelo:

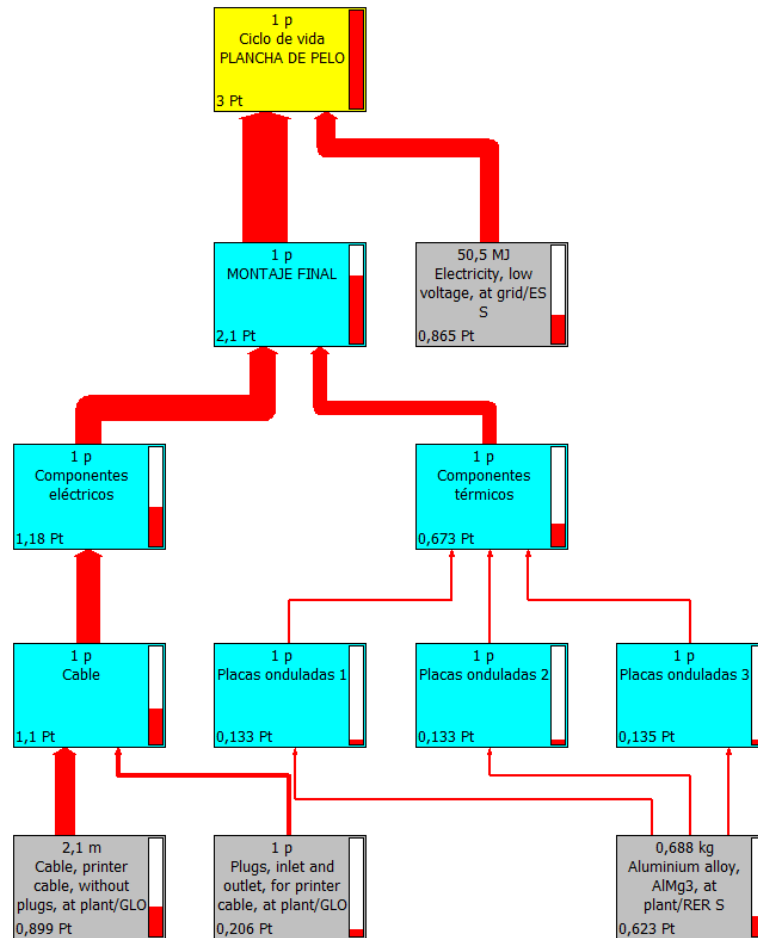


Fig. 20. Diagrama de red simplificada del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]

Tal y como se puede observar en el diagrama de red simplificada del conjunto total, se observa que los elementos que superan el corte de 4,4% anteriormente indicado son:

- la electricidad consumida por la plancha a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo la electricidad necesaria en los procesos productivos y la utilizada en durante la vida útil, con 0,865 puntos de impacto (28,8%);
- los componentes eléctricos (a excepción del interruptor) y los componentes térmicos (excepto las placas lisas que tenían un peso algo inferior al resto de placas moldeadoras), con 1,18 y 0,673 puntos respectivamente (39,4% y 22,4%).

Se observa como destaca el impacto procedente del conjunto de componentes eléctricos frente a los componentes térmicos, ya que la puntuación indicada para los componentes eléctricos es alrededor de 0,75 veces mayor. Lo mismo ocurre si estos se comparan con la energía consumida a lo largo del ciclo de vida, superándola en alrededor de 0,37 veces.

Se muestra ahora el diagrama de caracterización, con el fin de identificar los impactos generados y cuantificar sus orígenes:

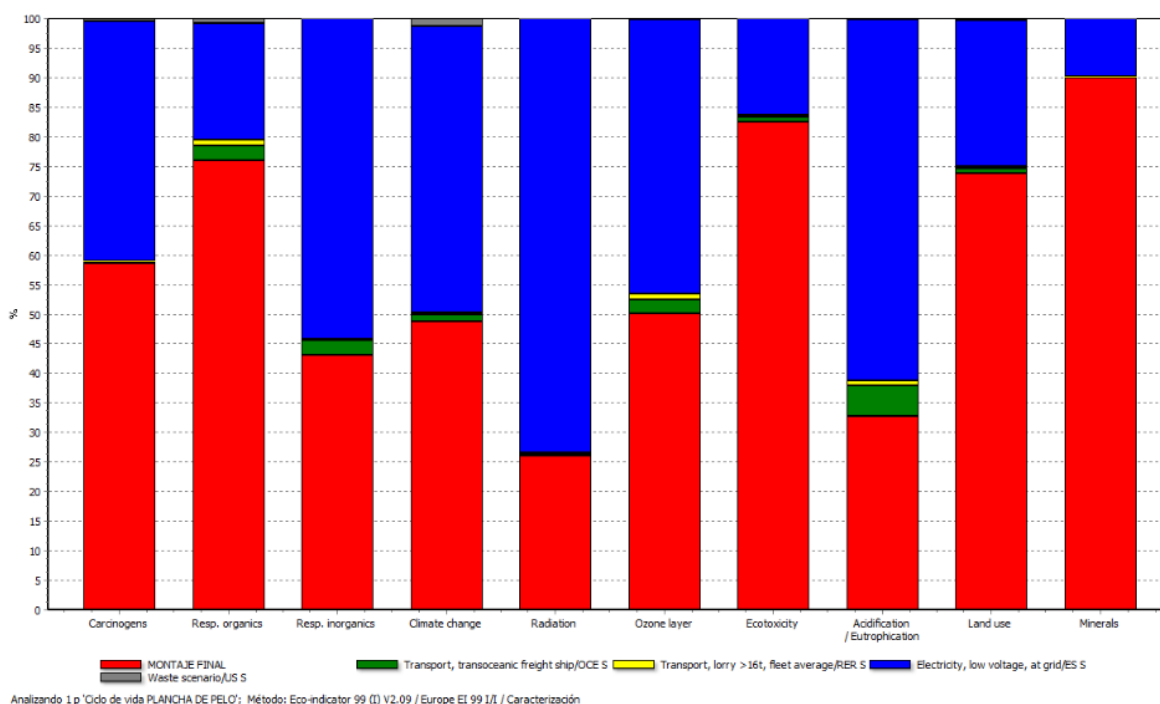


Fig. 21. Diagrama de caracterización del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]

Haciendo uso del diagrama de caracterización, se observa como entre el montaje final (aparato y conjunto de elementos que acompañan al aparato en su adquisición) y la electricidad suponen prácticamente el porcentaje total de cada categoría de impacto, haciendo casi despreciables al resto de etapas (transporte y fin de vida). Los porcentajes por categoría (ordenadas según el gráfico) asociados a estos dos elementos son aproximadamente:

	Montaje final	Electricidad
Sustancias carcinógenas	58,75 %	41%
Riesgos de afecciones respiratorias por partículas orgánicas	76,25%	20,25%
Riesgos de afecciones respiratorias por partículas inorgánicas	43%	54,75%
Cambio climático	48,75%	49,75%
Radiación	26,25%	73,5%
Capa de ozono	50%	46,25%
Ecotoxicidad (daño al ecosistema)	82,5%	16,25%
Acidificación/Eutrofización	32,5%	61,25%
Ocupación de terreno (por deposición en vertedero)	73,75%	25%
Consumo de minerales	90%	9,75%

Tabla 18: Porcentajes asociados al montaje final y a la electricidad por categoría [SimaPro, 2014]

El montaje final genera un mayor impacto por consumo de minerales, ecotoxicidad, riesgos de afecciones respiratorias por partículas orgánicas (a partir de ahora resp. orgánicas) y ocupación del terreno. Los aspectos relacionados con la electricidad influyen fuertemente en las categorías: radiación, acidificación/eutrofización, riesgos de afecciones respiratorias por partículas inorgánicas (a partir de ahora resp. inorgánicas).

Se contempla también en el gráfico de caracterización, que el transporte marítimo genera un impacto menor por categoría si se compara con los dos elementos antes mencionados, presentando sin embargo un mayor impacto que el transporte por tierra y el escenario de residuos, pues la influencia de estos es todavía menor. El transporte marítimo, pese a estar presente en todas las categorías, aporta un máximo de alrededor de un 5% del impacto de acidificación y eutrofización, siendo porcentajes menores aún para el resto de categorías.

El transporte terrestre y el escenario de residuos tienen una presencia muy pequeña, siendo algo más reseñable quizá, en el deterioro de la capa de ozono y resp. orgánicas, y cambio climático respectivamente.

Visualizando el diagrama de puntuación única se observa el peso de cada categoría en los puntos de impacto asociados a cada elemento (en el anexo II se adjuntan las tablas con la información numérica detallada):

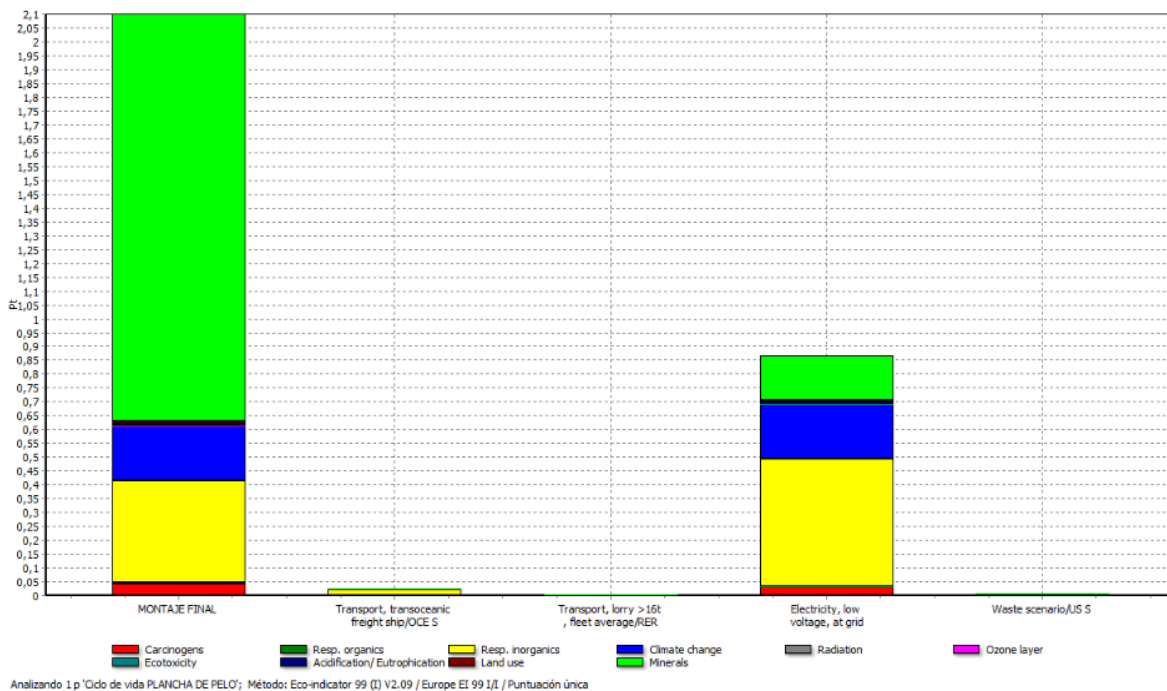


Fig. 22. Diagrama de puntuación única del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]

Lo comentado de los diagramas de red y caracterización, se pone de manifiesto en el diagrama de puntuación única, pues se observa que de los 3 puntos de impacto del ciclo de vida completa de la plancha de pelo:

- El montaje final supone 2,1 puntos de impacto total siendo alrededor de 1,47 puntos por consumo de minerales, 0,36 por resp. inorgánicas, 0,2 por contribución al cambio climático, y tan sólo 0,05 puntos provienen de sustancias carcinógenas. Los 0,03 puntos restantes proceden del deterioro de la capa de ozono y ocupación del terreno presentando por tanto una importancia acorde a su valor, siendo los valores individuales prácticamente nulos.
- Los 0,865 puntos derivados de la electricidad, proceden en su mayoría de los resp. inorgánicas con alrededor de 0,45 puntos, seguido de los 0,2 por contribución al cambio climático y los 0,16 por consumo de minerales. El resto de categorías (sustancias carcinógenas, resp. orgánicas, ecotoxicidad y acidificación y eutrofización) casi no son apreciables dada su puntuación tan próxima a 0.
- El transporte marítimo aporta menos de 0,05 puntos por resp. inorgánicas. El conjunto global de transporte y el escenario de residuos poseen un impacto de consumo de materiales con una puntuación prácticamente inapreciable.

Se mostrarán ahora los gráficos anteriores particularizados para los componentes eléctricos, dado que son estos los que mayor impacto causan según indica el diagrama de red del ciclo de vida. El diagrama de de red para dichos componentes queda así:

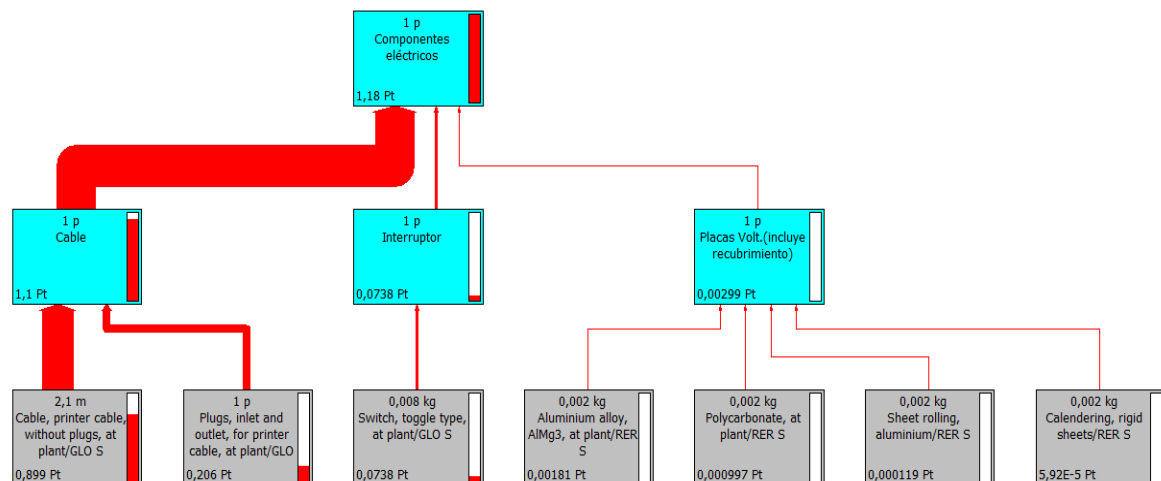
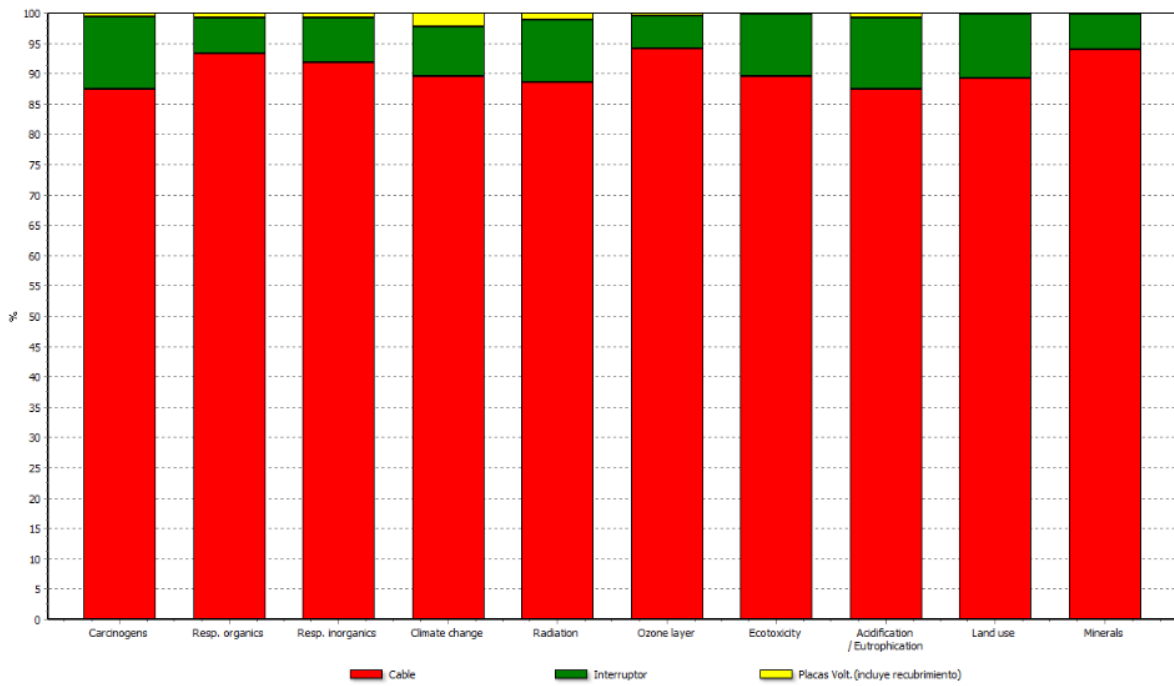


Fig. 23. Diagrama de red de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]

Haciendo uso de este gráfico, se observa claramente como el cable (conjunto de conductor y enchufe) es el principal generador de impactos con 1,1 puntos, seguido a mucha distancia del componente interruptor y sus 0,0738 puntos, y las placas a tensión en último lugar, siendo prácticamente despreciables frente al resto dados sus 0,0029 puntos.

Nuevamente, se muestra las distintas categorías de impacto y sus orígenes mediante el diagrama de caracterización (particularizado para los componentes eléctricos):

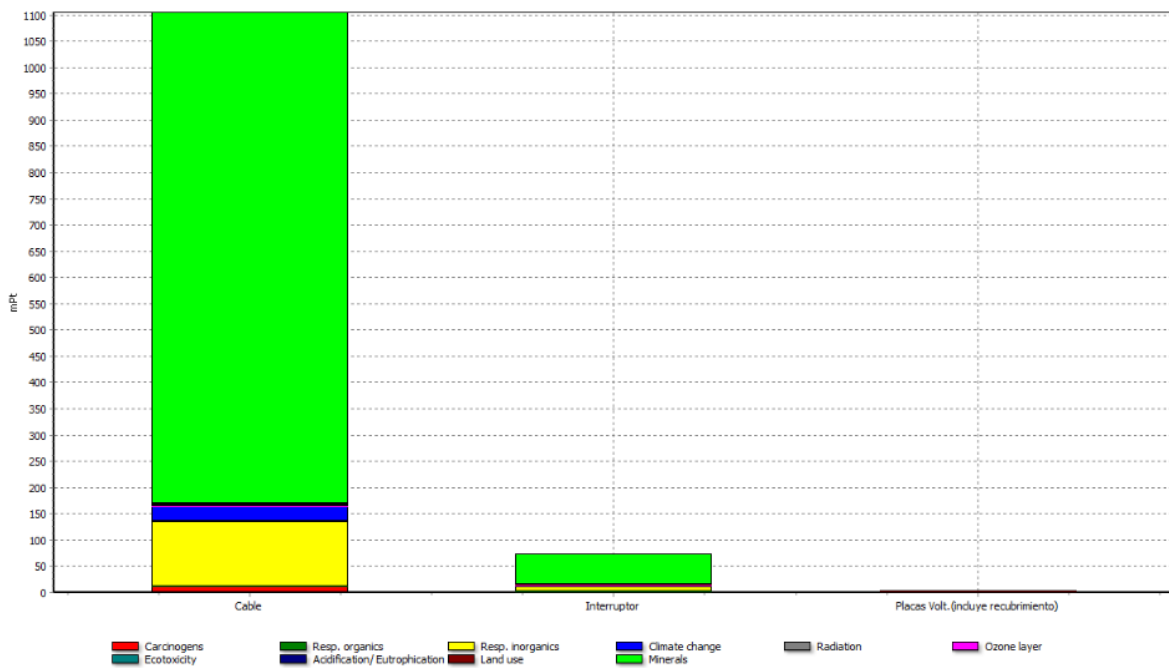


Analizando 1 p 'Componentes eléctricos'; Método: Eco-indicator 99 (I) V2.09 / Europe EI 99 I/I / Caracterización

Fig. 24. Diagrama de caracterización de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]

Analizando el diagrama de caracterización correspondiente, se observa que el conjunto del cable supone un 87% o más en todas y cada una de las categorías de impacto. El porcentaje restante hasta el 100% es aportado prácticamente en su totalidad por el interruptor.

En este caso, el diagrama de puntuación única queda así:



Analizando 1 p 'Componentes eléctricos'; Método: Eco-indicator 99 (I) V2.09 / Europe EI 99 I/I / Puntuación única

Fig. 25. Diagrama de puntuación única de los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]

Si se observa la distribución del gráfico de puntuación única, se ve que de los 1,18 puntos de impacto totales de los componentes eléctricos, alrededor de 0,995 son por consumo de minerales. El conjunto de componentes eléctricos genera también impactos de cambio climático, deterioro de la capa de ozono, resp. orgánicas y ocupación del terreno, pero presentan valores prácticamente nulos resultando por tanto inapreciables y de poca importancia, destacando entre ellos cambio climático por sus 0,025 puntos. En cuanto al valor del resp. inorgánicas, alcanza un valor aproximado de 0,125 puntos.

Se recogen en la tabla 19 los datos más relevantes para el ciclo de vida y en la tabla 20 los más relevantes relacionados con los componentes eléctricos. Dichas tablas se muestran a continuación:

	Impacto	Puntos
Montaje final	Consumo de minerales	1,47
	Resp. inorgánicas	0,36
	Cambio climático	0,2
Electricidad	Resp. inorgánicas	0,45
	Cambio climático	0,2
	Consumo de minerales	0,16

Tabla 19: Impactos ambientales más relevantes asociados al montaje final y la electricidad [SimaPro, 2014]

	Impacto	Puntos
Componentes eléctricos	Consumo de minerales	0,995
	Resp. inorgánicas	0,125

Tabla 20: Impactos ambientales más relevantes asociados a los componentes eléctricos [SimaPro, 2014]

En el anexo III se presenta el inventario de emisiones del ciclo de vida de la plancha de pelo.

4.5. Interpretación de Resultados.

Se pasará ahora a interpretar los datos obtenidos en las fases de ICV y EICV conjuntamente, tratando de identificar para los impactos más relevantes cuáles son las causas de los mismos.

De los datos obtenidos de las dos fases anteriores, se deduce:

- Se produce un gran impacto ambiental por consumo de minerales:
 - La mayor parte de dicho impacto deriva de la necesidad de materias primas por parte de los procesos productivos para conformar cada pieza o componente del conjunto final. Centrándose en los

componentes eléctricos, dicho impacto supone la mayor parte de su puntuación para el cable e interruptor, por la materia prima empleada para producir el conductor, recubrimiento protector, enchufe conector e interruptor.

- También influye, aunque en menor medida, el consumo de materias primas requeridas para la producción de energía necesaria para dichos procesos productivos y la electricidad requerida para el funcionamiento del aparato durante su vida útil.
- Impacto asociado al cambio climático:
 - Está relacionado con la energía necesaria para llevar a cabo los procesos productivos y la producción de electricidad necesaria para el funcionamiento del aparato eléctrico a lo largo de su vida útil. Gran parte de la generación de energía deriva de procesos de combustión, los cuales emiten gases causantes del efecto invernadero como por ejemplo el vapor de agua, CO₂,... Dichos gases absorben y re-emiten parte del calor que un cuerpo cualquiera puede desprender en forma de radiación infrarroja, elevando así la temperatura de la atmósfera.
- Impacto ambiental por riesgo de afecciones respiratorias por inhalación de partículas inorgánicas (resp. inorgánicas):
 - Una parte puede derivar de la pieza de óxido de zinc del montaje final, que se encuentra en forma de polvos para llevar a cabo la molienda y posterior pulvimetalurgia.
 - Respecto a la electricidad consumida, puede estar relacionado con el modo de producción, causado por consumo de combustibles como carbón, diesel, etc. por emisión de pequeñas partículas a la atmósfera.
 - La puntuación que se asocia con el conjunto cable debido a este impacto, puede deberse también a la producción energética.
- Impacto ambiental por presencia de sustancias carcinógenas:
 - Pese a que su puntuación es baja, sus efectos pueden ser muy perjudiciales. Puede tener su origen en sustancias necesarias para el correcto funcionamiento de máquinas y emisiones derivadas del uso de combustibles para producir energía, como pueden ser los hidrocarburos.

Se pasará ahora a realizar una propuesta de mejoras sobre el aparato relacionadas con su incidencia en el medio ambiente.

5. PROPUESTAS DE MEJORA.

Teniendo en cuenta que las 2 etapas de mayor impacto son la fabricación y el uso de la plancha se proponen las siguientes mejoras:

- Sustitución del conjunto cable, centrándose principalmente en la dupla conductor-recubrimiento de protección. El nuevo cable debe ser capaz de desempeñar las mismas funciones que el actual pero con un menor impacto total, centrándose principalmente en el consumo de materias primas (ya sea por reutilización, reciclado o empleo de otros materiales y cantidades distintas a los actuales).
- Análisis de los procesos productivos que necesitan sustancias denominadas como cancerígenas, con el fin reducir su uso lo máximamente posible para garantizar la seguridad de las personas que participen en dichos procesos productivos. Incluir además, los métodos necesarios para reducir la exposición a este tipo de sustancias cuanto sea posible.
- Desarrollo e implementación de mejoras con el fin de incrementar la eficiencia energética del aparato, tratando de conseguir así un menor consumo eléctrico a lo largo de la vida útil del producto. Esto permite disminuir los impactos que conlleva la producción de energía eléctrica. Esta mejora es aplicable también a los procesos productivos. Esta mejora conllevaría un ahorro económico para el usuario al disminuir el consumo energético.

Cabe destacar que el impacto que se ha obtenido en la etapa de uso viene fijado por la hipótesis de escenario de uso inicialmente considerada. De hecho se podría plantear en un futuro llevar a cabo un análisis de sensibilidad planteando diferentes escenarios de uso.

A la hora de llevar a cabo dichas mejoras se deberá comparar los impactos generados antes y después de la implementación, comprobando así si estos se han visto reducidos y justificando por tanto la eficacia de dichas mejoras.

6. PRESUPUESTO

A continuación se va a incluir el coste económico que supondría el trabajo. Se va a estructurar el presupuesto del trabajo 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 el trabajo.

6.1. Coste de Recursos Humanos

Estos costes son debidos a la mano de obra que actúa en cualquiera de las fases del trabajo. En el caso de la plancha de pelo, los dos recursos son: el proyectando o becario, con una remuneración económica de 40€/hora, y dos directoras del trabajo, 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	265	40	10600
Directoras (consultor senior)	2	50	60	3000
Total				13600€

Tabla 21: Coste de recursos humanos [Elaboración propia, 2014]

Así el coste de recursos humanos alcanza la cifra de **trece mil seiscientos euros**.

6.2. Coste de Recursos Materiales

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

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

Otro dato a destacar y que se ha tenido en cuenta que, la licencia 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), durante el periodo lectivo docente (120 días), 10 horas al día, durante 2 años (que es lo que cuesta la licencia bianual).

Por otro lado, se ha tenido en cuenta que las herramientas necesarias para el desmontaje del producto, destornillador de horquilla, destornillador con punta en estrella, destornillador de punta plana, alicates y tijeras, que tendrán un tiempo de amortización y uso único, considerando el coste total de su compra.

RECURSOS MATERIALES	PRECIO (€)	TIEMPO DE AMORTIZACIÓN (años)	Nº USUARIOS QUE DISPONEN DE SU USO	USO	COSTE
Ordenador	600	5	1	255	25,50
Licencia de Microsoft Office	80	3	1	230	5,12
Licencia de Windows	120	3	1	255	8,50
Licencia de Simapro	1330	2	20	17	0,48
Destornillador de horquilla	4,0	1	1	1	4,00
Destornillador con punta en estrella	3,5	1	1	1	3,50
Destornillador de punta plana	3,5	1	1	1	3,50
Alicates	3,0	1	1	1	3,00
Tijeras	2,0	1	1	1	2,00
TOTAL					55,60 €

Tabla 22: Coste de recursos materiales [Elaboración propia, 2014]

Así el coste de los recursos materiales asciende a **cincuenta y cinco con sesenta euros**.

6.3. 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 SUPLEMENTARIOS	HORAS	€/HORA	COSTE (€)
Gastos de oficina	265	2	530
TOTAL			530€

Tabla 23: Otros gastos suplementarios [Elaboración propia, 2014]

El coste de estos gastos suplementarios asciende a **quinientos treinta euros**.

6.4 Presupuesto Global

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

PRESUPUESTO TOTAL	COSTE
Gastos de Recursos Humanos	13600€
Gastos de Recursos Materiales	55,60€
Gastos Suplementarios o de Oficina	530 €
TOTAL	14185,60€

Tabla 24: Presupuesto total [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 trabajo “Análisis del impacto ambiental de una plancha de pelo” asciende a **catorce mil ciento ochenta y cinco con sesenta euros**.

7. CONCLUSIONES.

Ya desde la fase de diseño, los AEE están pensados para satisfacer determinadas necesidades y proporcionar comodidades al usuario. Es por esto que cada vez más, la sociedad, incorpora la presencia de AEE a nuevos ámbitos o la intensifica en los que ya se encuentran presentes (provocando un incremento de la demanda y producción año tras año). No obstante, existe una problemática ambiental asociada a los AEE. Esta se pone de manifiesto con la realización del ACV para el electrodoméstico plancha de pelo.

Mediante la realización del ACV se ha mostrado como los AEE generan impactos ambientales en todas las etapas de su ciclo de vida, aunque destacan 2 principalmente causando un deterioro ambiental que debe ser controlado. Para asegurar que dicho control se lleva a cabo de forma eficaz, las instituciones Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea se encargan de promulgar un conjunto de leyes relacionadas a través de las directivas europeas. Posteriormente, cada estado miembro debe trasponer dichas leyes en un plazo límite a su ordenamiento jurídico estatal, completando así el conjunto legislativo del propio estado. Dichas leyes pretenden garantizar un determinado nivel de calidad ambiental y limitar la contaminación a rangos aceptables, sin tener por ello que renunciar al bienestar que generan los AEE mediante su uso.

El conjunto de leyes relativas a los AEE y sus residuos en el Estado Español abarca, entre otros, aspectos como las fases de producción de AEE, sustancias que deben ser restringidas, las obligaciones de los productores o la gestión de RAEE. Estas son recogidas en el Boletín Oficial del Estado, con el fin de darlas a conocer a toda la población, y en especial, a los que por sus actividades (sobre todo profesionales) se vean afectados.

Dado que el mayor impacto asociado al objeto del caso práctico tiene que ver con el consumo de materiales, y que se tal y como se indicó en el apartado 4.1 se puede llegar a reciclar alrededor de un 75,66% [SRL-GATECH] del producto en peso; se hace patente la necesidad de llevar a cabo un tratamiento de RAEE acorde que permita reciclar materiales, reutilizar piezas y componentes que se encuentren en buen estado con el fin de reducir dicho impacto. En relación a esto, existen actualmente índices mínimos que se deben cumplir por legislación. Pero la tendencia en este aspecto no ha de ser la de mantenerse estancado sino todo lo contrario. Se debe incrementar progresivamente los índices de recogida, al igual que los de reutilización, reciclado y valorización, por este orden; frente a la deposición en vertedero, tal y como se indica en las modificaciones contempladas en las directivas europeas más actuales relacionadas con este ámbito y por ende en el futuro texto legislativo a nivel estatal que deba recogerlas.

Se indicó en apartados anteriores, que una parte considerable del impacto generado por la plancha de pelo derivaba de las formas de generación de la energía (eléctrica en este caso). Dicha energía es necesaria para llevar a cabo los procesos productivos de las piezas y componentes del aparato, además el aparato también necesita de esta para poder realizar sus funciones durante la vida útil del mismo. El impacto asociado es un indicio de la necesidad de incrementar progresivamente el porcentaje de energía procedente de fuentes

renovables, al ser estas más respetuosas con el medio ambiente. Se debe por tanto, potenciar las ya existentes e investigar nuevas para abandonar poco a poco aquellas que causan deterioro al medio ambiente, al ecosistema y los seres vivos que en el habitan. Esta actitud es necesaria y así lo contempla la legislación relacionada, proponiendo en plazos límite porcentajes cada vez más ambiciosos.

Otra vertiente primordial a tener en cuenta es la restricción de uso de sustancias peligrosas presentes en los AEE, pues la salud de la población, de la flora y la fauna deben prevalecer ante cualquier factor económico o productivo. Es por esto también, que se tienen en muy especial consideración las sustancias catalogadas como carcinógenas que puedan tener cabida en cualquier fase del ciclo de vida de los AEE. Los organismos encargados de la regulación de uso de estos tipos de sustancias, conscientes de su capacidad para producir efectos potencialmente perjudiciales establecen valores que garanticen la seguridad ante cualquier posible riesgo de contacto, inhalación, fugas...

8. BIBLIOGRAFÍA.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).UNE-EN ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso. AENOR. Madrid. 2004.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).UNE-EN ISO 14040:2006 Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida: Principios y marco de referencia. AENOR. Madrid. 2006.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).UNE-EN ISO 14044:2006 Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida: Requisitos y directrices. AENOR. Madrid. 2006.

APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables). *La energía en España*. <http://www.appa.es/01energias/07primaria.php> (Consultado el 17 de Junio del 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*. BOE nº 49 de 26 de febrero. Madrid. 2005a.

CONSUMER. *Basura electrónica, un grave problema ambiental*.http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2014/03/10/219489.php (Consultado el 16 de Junio del 2014).

Distance.to. <http://es.distance.to/>

DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea).*DIRECTIVA 2011/65/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos*. DOCE L 174/88 de 1 de Julio. Estrasburgo. 2011.

DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea).*DIRECTIVA 2012/19/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. DOCE L 197/38 de 24 de Julio. Estrasburgo. 2012.

DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea).*REGLAMENTO (CE) Nº 1275/2008 DE LA COMISIÓN de 17 de diciembre de 2008 por el que se desarrolla la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo concerniente a los requisitos de diseño ecológico aplicables al consumo de energía eléctrica en los modos “preparado” y “desactivado” de los equipos eléctricos y electrónicos domésticos y de oficina*. DOCE L 339/45 de 18 de diciembre. Bruselas. 2008.

DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea).*REGLAMENTO (UE) Nº 801/2013 DE LA COMISIÓN de 22 de agosto de 2013 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1275/2008 en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables al consumo de energía eléctrica en los modos preparado y desactivado de los equipos eléctricos y electrónicos domésticos y de oficina, por el que se modifica*

el Reglamento (CE) nº 642/2009 con respecto a los requisitos de diseño ecológico aplicables a televisiones. DOCE L 225/1 de 23 de agosto. Bruselas.2013.

ECOLEC (Fundación Ecolec). <http://www.ecolec.es/index.php/conocimiento/raee-impacto-medioambiental> (Consultado el 11 de junio de 2014).

ECOLEC (Fundación Ecolec). <http://www.ecolec.es/index.php/prensa/econews/92-prensa/econews/381> (Consultado el 11 de Junio de 2014).

ECOTIC (Fundación Ecotic). <http://www.ecotic.es/es/gestion-y-reciclaje-de-raee> (Consultado el 16 del 06 del 2014).

ECOTIC (Fundación Ecotic). <http://www.ecotic.es/es/tecnologias-de-reciclaje> (Consultado el 12 de Junio de 2014).

GANASA (Gestión Ambiental de Navarra s.a.). *INVENTARIO DEL SUBPROGRAMA DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS*. 2012.

IHOBE (Sociedad pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco). *Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. IHOBE. Bilbao. 2000.

IHOBE (Sociedad pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco). *Análisis de Ciclo de vida y Huella de Carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*. IHOBE. Bilbao. 2009.

MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/aparatos-electr/> (Consultado el 15 de Junio del 2014).

MINETUR (Ministerio de Industria, Energía y Turismo). <https://oficinavirtual.mityc.es/RAEE/%28S%28wsisjjwdah4ueifrc5arcbza%29%29/Totales/ConsultaKilosCategoria.aspx> (Consultado el 15 de Junio de 2014).

Pre consultants. SimaPro 7.3.3. 2014.

RELEC. http://relec.es/web2/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=68 (Consultado el 18 de Junio del 2014).

SOGO. http://www.sogo.es/product_detail_sp.aspx?id=271 (Consultado el 23 de Junio del 2014).

SRL-GATECH (Georgia Institute of Technology Systems Realization Laboratory). ME 4171 – Environmentally Conscious Design and Manufacture. <http://srl.gatech.edu> (Consultado el 15 de mayo de 2014)

UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). *Lección 42. Aprovechamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/exe/leccin_42_aprovechamiento_de_residuos_de_aparatos_elctricos_y_electrnicos_raee.html (Consultada el 17 de Junio de 2014).

Wiki.salahumanitaria.co
http://wiki.salahumanitaria.co/index.php/Desarrollo_sostenible (Consultado el 29 de Junio de 2014).

Wiki.salahumanitaria.co
<http://wiki.salahumanitaria.co/index.php/Usuario:Sambai36> (Consultado el 29 de Junio de 2014).

9. ANEXOS

ANEXO I**Datos introducidos en SimaPro**

Nombre	Materiales/Ensamblajes	Procesos	Cantidad materiales	Cantidad procesos
Cable	Cable, printer cable, without plugs, at plant/GLO S	--	2,1 m	--
	Plugs, inlet and outlet, for printer cable, at plant/GLO S	--	1	--
Caja de cartón	Corrugated board, fresh fibre, single wall, at plant/RER S	--	0,102 kg	--
Ciclo de vida de PLANCHA DE PELO	Transport, transoceanic freight ship/OCE S	--	18,9282681 t*km	--
	Transport, lorry >16t, fleet average/RER S	--	0,458858 t*km	--
	Electricity, low voltage, at grid/ES S	--	14,04 KW*h	--
Escenario de residuos/disposición	Waste scenario/US S	--	--	--
Cubiertas inferiores	PMMA beads E	Injection moulding/RER S	0,036 kg	0,036217303 kg
Cubiertas largas	PMMA beads E	Injection moulding/RER S	0,129 kg	0,129778672 kg
Cubiertas superiores	PMMA beads E	Injection moulding/RER S	0,06 kg	0,060362173 kg
Embalaje de burbujas	Packaging film, LDPE, at plant/ RER S	--	0,013 kg	--
Embellecedores	PMMA beads E	Injection moulding/RER S	0,01 kg	0,010060362 kg
Instrucciones y garantía	Paper, newsprint, 0%DIP, at plant/RER S	--	0,014 kg	--
Interruptor	Switch, toggle type, at plant/GLO S	--	0,008 kg	--
Muelle	Steel, low-alloyed, at plant/RER S	Wire drawing, steel/RER S	0,012 kg	0,012 kg
Peine	PMMA beads E	Injection moulding/RER S	0,006 kg	0,006036217 kg
Placas (Función tope más cubierta lateral)	Steel, low-alloyed, at plant/RER S	--	0,0017 kg	--
	Polystyrene thermoforming E	Production of carton board boxes, gravure printing, at plant/CH S	0,001 kg	0,0008 kg
Placas lisas	Aluminium alloy, AlMg3,	Warming, hot	0,138 kg	0,138 kg

	at plant/RER S	impact extrusion, steel/RER S		
Placas onduladas 1	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER S	Warming, hot impact extrusion, steel/RER S	0,140 kg	0,140 kg
Placas onduladas 2	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER S	Warming, hot impact extrusion, steel/RER S	0,140 kg	0,140 kg
Placas onduladas 3	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER S	Warming, hot impact extrusion, steel/RER S	0,142 kg	0,142 kg
Placas volt. (incluye recubrimiento)	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER S	Sheet rolling, aluminium/RER S	0,002 kg	0,002 kg
	Polycarbonate, at plant/RER S	Calendering, rigid sheets/RER S	0,002 kg	0,002 kg
Plaquitas cerámicas	Zinc oxide, at plant/RER S	Crushing, rock/RER S	0,014 kg	0,014 kg
Remache	Brass, at plant/CH S	Sheet rolling, steel/RER S	0,004 kg	0,004 kg
Soporte placas (Deslizaderas)	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER S	Warming, hot impact extrusion, steel/RER S	0,126 kg	0,126 kg
Tornilleria	Steel, low-alloyed, at plant/RER S	Turning, steel, conventional, average/RER S	0,023 kg	0,02829 kg

Tabla 25: Datos introducidos en SimaPro [SimaPro, 2014]

ANEXO II

Datos numéricos de los gráficos de caracterización y puntuación única

Datos numéricos del gráfico de CARACTERIZACIÓN del ciclo de vida de la plancha de pelo:

Categoría de impacto	Unidad	Total	MONTAJE FINAL	Transport, transoceánico freight ship/OCE S	Transport, lorry >16t, fleet average/RE R S	Electricity, low voltage, at grid/ES S	Waste scenario/U S S
Carcinogen s	DALY	6,4169578E-7	3,7652652E-7	1,5278359E-9	5,4074221E-10	2,5995788E-7	3,1428032E-9
Resp. organics	DALY	9,5474996E-9	7,2475764E-9	2,4641373E-10	9,3935648E-11	1,8843889E-9	7,5184976E-11
Resp. inorganics	DALY	7,215916E-6	3,1136201E-6	1,6942206E-7	1,6443016E-8	3,9125337E-6	3,8970423E-9
Climatechange	DALY	3,4296963E-6	1,6699154E-6	4,0634412E-8	1,2220867E-8	1,6601171E-6	4,6808534E-8
Radiation	DALY	5,5374052E-9	1,4418703E-9	2,211806E-11	4,7497204E-12	4,0659342E-9	2,7328568E-12
Ozone layer	DALY	8,2301076E-10	4,1178615E-10	1,9445087E-11	8,3599361E-12	3,8206419E-10	1,3554064E-12
Ecotoxicity	PAF*m2 yr	1,2680052	1,046307	0,010959572	0,0035649588	0,20660131	0,0005723224
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2 yr	0,35487908	0,11587749	0,018451894	0,002963416	0,21699361	0,00059268123
Land use	PDF*m2 yr	0,27857712	0,20536093	0,0023743431	0,00094956323	0,069173534	0,00071875172
Minerals	MJ surplus	2,8369043	2,554739	0,00096975597	0,0012106791	0,2796406	0,00034423526

Tabla 26: Datos numéricos del gráfico de caracterización [SimaPro, 2014]

Datos numéricos del gráfico de PUNTUACIÓN ÚNICA del ciclo de vida de la plancha de pelo:

Categoría de impacto	Unidad	Total	MONTAJE FINAL	Transport, transoceanic freight ship/OCE S	Transport, lorry >16t, fleet average/RE S	Electricity, low voltage, at grid/ES S	Waste scenario/U S S
Total	Pt	3,0028132	2,1004708	0,026578166	0,0043517782	0,86477927	0,0066331632
Carcinogens	Pt	0,075845233	0,044503552	0,00018058257	6,3913026E-5	0,030725722	0,00037146363
Resp. organics	Pt	0,0011284667	0,00085662729	2,9124871E-5	1,1102724E-5	0,00022272534	8,8864882E-6
Resp. inorganics	Pt	0,85288519	0,36801433	0,020024841	0,0019434823	0,46244193	0,00046061091
Climate change	Pt	0,40537295	0,19737565	0,0048027843	0,0014444454	0,19621754	0,0055325347
Radiation	Pt	0,00065449361	0,00017042187	2,6142441E-6	5,6139321E-7	0,0004805731	3,2301001E-7
Ozone layer	Pt	9,7275757E-5	4,8671064E-5	2,2983121E-6	9,8810265E-7	4,5158077E-5	1,6020226E-7
Ecotoxicity	Pt	0,0056553031	0,0046665293	4,8879692E-5	1,5899716E-5	0,00092144184	2,5525579E-6
Acidification/ Eutrophication	Pt	0,015827607	0,005168136	0,00082295446	0,00013216816	0,0096779149	2,6433583E-5
Land use	Pt	0,012424539	0,0091590973	0,0001058957	4,235052E-5	0,0030851396	3,2056326E-5
Minerals	Pt	1,6329221	1,4705078	0,00055819154	0,00069686687	0,16096113	0,00019814181

Tabla 27: Datos numéricos del gráfico de puntuación única [SimaPro, 2014]

ANEXO III**Inventario de emisiones del ciclo de vida de la plancha de pelo**

Coal, hard	in ground	0,69516	kg
Gravel	in ground	0,48874	kg
Coal, brown	in ground	0,40584	kg
Oil, crude	in ground	0,29111	kg
Aluminium	in ground	0,22705	kg
Carbondioxide, in air	in air	0,20298	kg
Calcite	in ground	0,1526	kg
Sodiumchloride	in ground	0,027541	kg
Zinc	in ground	0,027084	kg
Clay	in ground	0,024779	kg
Iron	in ground	0,023993	kg
Magnesium	in water	0,022936	kg
Peat	biotic	0,014333	kg
Manganese	in ground	0,011892	kg
Chromium	in ground	0,004601	kg
Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	in ground	0,002804	kg
Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	in ground	0,002132	kg
Baryte	in ground	0,00176	kg
Metamorphous rock, graphitecontaining	in ground	0,001626	kg
Fluorspar	in ground	0,000765	kg
Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	in ground	0,000762	kg
Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	in ground	0,000565	kg
Clay, bentonite	in ground	0,000489	kg
Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	in ground	0,000384	kg
Magnesite	in ground	0,000344	kg
Basalt	in ground	0,000178	kg
Dolomite	in ground	0,000158	kg
TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	in ground	0,000124	kg
Lead	in ground	6,91E-05	kg
Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	in ground	5,21E-05	kg
Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	in ground	2,72E-05	kg
Gypsum	in ground	2,47E-05	kg
Uranium	in ground	2,34E-05	kg
Sodiumsulphate	in ground	2,27E-05	kg
Kaolinite	in ground	1,67E-05	kg
Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	in ground	1,18E-05	kg
Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	in ground	7,43E-06	kg
Colemanite	in ground	7,12E-06	kg

Phosphorus	in ground	5,81E-06	kg
Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	in ground	2,94E-06	kg
Potassiumchloride	in ground	2,89E-06	kg
Talc	in ground	2,59E-06	kg
Sand	in ground	2,31E-06	kg
Carbon, in organic matter, in soil	in ground	2,08E-06	kg
Vermiculite	in ground	1,53E-06	kg
Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	in ground	1,33E-06	kg
Molybdenum	in ground	1,14E-06	kg
Tin	in ground	9,01E-07	kg
Sulfur	in ground	8,01E-07	kg
Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	in ground	7,48E-07	kg
Chrysotile	in ground	6,15E-07	kg

Tabla 28: Inventario de emisiones del ciclo de vida de la plancha de pelo [SimaPro, 2014]