

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE UNA IMPRESORA MULTIFUNCIONAL

Collado, D.^(p); Bastante, M.J.; Jordá, S.; Ferrer, P.; Capuz, S.

Abstract

Throughout history, companies dedicated to developing, manufacturing and commercializing computer peripheral devices have increased their worth as a corporation by establishing a culture of innovation and creativity. Obtaining more competitive, high quality products, these companies aim to be first of their sector, leading the ranking in which they participate.

In this search for more competitive products, so-called “multifunctional systems” have been developed. They can integrate in a single device scanning, faxing, printing and photocopying functions, depending on the model.

The driver for these products tends to be design trends, innovation or space reduction, but not environmental criteria such as energy consumption, raw material use, or the possibility to reuse or recycle components at its end of life.

With the purpose of assessing the environmental impact of different stages in the product's life cycle, a Life Cycle Assessment of a multifunctional system is made. The conclusions of this assessment will help to identify the life cycle stages with the greatest environmental impact. With this information, it will be possible to develop improvement ideas that will minimise its environmental impact.

Keywords: multifunctional devices, life cycle assessment, ecoefficiency, ecodesign, environmental impact, electric and electronic equipment, end of life

Resumen

Tradicionalmente, las compañías dedicadas al desarrollo, fabricación y comercialización de periféricos para ordenadores han aumentado su valor mediante una cultura innovadora, obteniendo productos más competitivos y de mayor calidad con el objetivo de liderar el ranking de ventas de su sector.

Como respuesta a la búsqueda de productos más competitivos, lanzan lo que se denomina equipos multifuncionales, que integran en un único dispositivo varias funciones como pueden ser escaneado, fax, fotocopiado, impresión, etc.

Estos productos se lanzan al mercado atendiendo a aspectos tales como el diseño, la innovación, las tendencias o el ahorro de espacio, dejando de lado temas relacionados con el medio ambiente, tales como el gasto energético, el consumo de materias primas, o la reutilización de componentes tras finalizar su vida útil.

Para valorar el impacto que las distintas etapas del ciclo de vida de una impresora multifunción tienen sobre el medio ambiente, se realiza un Análisis de Ciclo de Vida de la misma. Las conclusiones del ACV servirán para identificar la etapa con mayor impacto ambiental, y de esta forma proponer ideas de mejora de cara a minimizar dicho impacto.

Palabras clave: equipos multifuncionales, análisis de ciclo de vida, ecoeficiencia, ecodiseño, impacto ambiental, equipos eléctricos y electrónicos, fin de vida

1. Introducción

En los últimos años, el crecimiento del sector de equipos eléctricos y electrónicos ha sido espectacular, ya que se trata de productos que tienen un ciclo de vida económico muy corto y una rápida obsolescencia.

Paralelamente al crecimiento del sector, ha aumentado el volumen de sus residuos. Según estimaciones de la Comisión Europea, se estima que cada ciudadano de la Unión Europea produce una media de 14 Kg./año de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) [ASIMELEC, 2005].

Otros datos que revelan la problemática provocada por la gran cantidad de RAEE que se generan es que este tipo de residuos tiene un ritmo de crecimiento 3 veces mayor que el promedio de residuos urbanos, y que más del 90% de los RAEE acaban siendo depositados en vertederos, o incinerados sin ningún tipo de tratamiento previo [ASIMELEC, 2005]. Esta situación puede provocar serios problemas ambientales, debido a las sustancias nocivas que contienen.

En respuesta a esta situación, la Unión Europea ha reaccionado y ha elaborado una serie de directivas con el objetivo de regular las sustancias peligrosas empleadas en la fabricación de estos productos, así como la gestión del fin de vida de los mismos. En concreto se han desarrollado tres directivas:

- Directiva RoHS: Directiva 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva RAEE: Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Modificación Directiva RAEE: Directiva 2003/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de diciembre de 2003 por la que se modifica la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

En España, la transposición de las Directivas anteriormente citadas se ha transpuesto al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

La entrada en vigor de esta normativa no sólo ha motivado la consideración del reciclaje en el diseño de producto. Un efecto secundario está siendo también el remarcar la importancia de considerar de forma sistemática el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del producto.

Para poder diseñar un producto con baja incidencia medioambiental, primero se necesita conocer los potenciales efectos que dicho producto tendrá sobre el ambiente, durante toda su vida, de cara a incidir en aquéllos que supongan un mayor impacto. Para ello puede emplearse la herramienta de Análisis del Ciclo de Vida, ACV (en inglés Life Cycle Assessment, LCA), que permite realizar un inventario de los impactos ambientales asociados a productos y/o servicios, evaluarlos y generar una serie de oportunidades para mejorar la situación diagnosticada.

Esta técnica analiza cada etapa del ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, hasta la fabricación, distribución, uso, posible reciclado y eliminación final del producto, realizando un inventario de entradas y salidas desde el ambiente al sistema objeto de análisis y viceversa. Adicionalmente, el realizar Análisis del Ciclo de Vida en productos o servicios alternativos, permite comparar sus impactos ambientales. El ACV puede servir de apoyo, de esta forma, al rediseño de productos, para disminuir su contaminación.

En el presente artículo se presentan los resultados de la aplicación de la técnica de Análisis de Ciclo de Vida a un equipo eléctrico y electrónico, en concreto una impresora multifunción, con el objetivo de determinar qué etapa del ciclo de vida contribuye con un mayor impacto al impacto total generado durante toda la vida de la impresora.

2. Planteamiento del problema

2.1 Objetivos del análisis

El objetivo principal del presente Análisis de Ciclo de Vida ha sido identificar los principales impactos generados a lo largo del ciclo de vida de una impresora multifuncional capaz de realizar las funciones de fotocopiado, escaneo e impresión. Tras identificar, evaluar y cuantificar los distintos impactos generados durante todo el ciclo de vida, se obtendrá un informe útil a la hora de tomar decisiones sobre las distintas variables que intervienen tanto en el proceso de fabricación como en la selección de materiales y en las distintas opciones para la gestión del fin de vida.

Asimismo, el análisis tiene como objetivo verificar que se cumple con las exigencias impuestas por la legislación actual en materia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, ya que el equipo analizado está incluida en una de las categorías establecidas en la Directiva RAEE.

Por último, se ha realizado un análisis de sensibilidad contemplando distintos escenarios de uso y de gestión del fin de vida, a partir del cuál pueden obtenerse conclusiones sobre la utilidad de este tipo de equipos y cuales serían los escenarios recomendables de cara a obtener un óptimo aprovechamiento del producto, desde el punto de vista medioambiental.

2.2. Modelo considerado

Se presenta a continuación un Análisis de Ciclo de Vida de una impresora multifunción, capaz de realizar las funciones de escaneado, copia e impresión, tanto en b/n como en color. En concreto, el modelo analizado ha sido la impresora modelo DX 3800, de la marca EPSON.

3.2. Consideraciones preliminares

3.2.1. Escenarios de uso considerados

Dadas las diferencias que pueden obtenerse en función del uso que se le dé al producto, y dada la dificultad de establecer un modelo de consumo estándar, se han considerado tres posibles escenarios, correspondientes a tres tipos de usuario:

- **Usuario de consumo bajo:** correspondería a un usuario doméstico que utiliza el equipo de forma ocasional,
- **Usuario de consumo medio:** correspondería a un usuario doméstico que utiliza el equipo frecuentemente,
- **Usuario de consumo alto:** correspondería, por ejemplo, a una oficina pequeña (se considera que una oficina grande emplearía un equipo profesional, y no un equipo multifunción de tipo doméstico, como el empleado en el análisis).

3.2.2. Escenarios de fin de vida considerados

Cuando los equipos llegan al final de su vida útil (que se estima en 5 años), tiene lugar la retirada de los mismos. En el análisis efectuado se han considerado 3 escenarios de fin de vida alternativos:

- **Vertedero:** el usuario tira a la basura el equipo una vez que ya no le resulta útil, y éste es gestionado como un residuo sólido urbano. Será transportado a un vertedero o planta de compostaje, donde acaba su ciclo de vida.
- **Valorización actual:** este escenario corresponde al proceso que actualmente siguen los equipos al final de su vida útil, de acuerdo con los mecanismos puestos en marcha a partir de la Directiva RAEE.
- **Valorización completa:** este escenario es similar al anterior, con la única diferencia de que se considera una valorización del 100% del residuo, y por lo tanto no existe ninguna fracción que se lleve a vertedero.

También se ha considerado la etapa de retiro de los consumibles empleados durante la vida tanto del equipo multifunción como de la impresora (papel y tintas). Los escenarios que se han contemplado para dichos consumibles son los siguientes:

- En el caso del papel, tras su uso se realiza una recogida selectiva en el mismo lugar de consumo, de la cuál se encarga un gestor autorizado de papel y cartón, y lo transporta hasta un centro de tratamiento, donde acaba su ciclo de vida,
- En el caso de los cartuchos de tinta, tras su uso los recoge un gestor autorizado para la recogida de residuos no peligrosos (BioToner Servicios Ecológicos), que los transporta desde el lugar de consumo hasta un almacén ubicado en el Polígono Industrial de Fuente del Jarro (Paterna); de aquí los transportan hasta la planta de tratamiento ubicada en Madrid, donde se recargan. Los que no son susceptibles de ser recargados se destruyen de forma segura. Con esta etapa finalizaría también el ciclo de vida del producto.

3.2.3. Otras consideraciones

La vida útil del equipo multifunción se ha considerado de 5 años indistintamente de la frecuencia de uso. Se ha estimado que este período es suficiente para que o bien el equipo agote su vida útil o bien el usuario decida cambiarlo (por obsolescencia o porque hayan cambiado sus necesidades).

La unidad funcional, evaluada en las cantidades impresas o escaneadas, dependerá del escenario de uso considerado, se muestran en la tabla siguiente:

	Función (número de usos/vida útil del producto)		
	Impresión (páginas)		Escáner
	Color	b/n	Color
Usuario de consumo bajo	250	750	25
Usuario de consumo medio	750	1750	75
Usuario de consumo alto	1000	4000	250

Tabla 1. Escenarios de uso [Elaboración propia]

En cuanto al consumo de papel, se ha considerado que el 20% de las impresiones se realizan a doble cara mientras que el 80% restante se realizan a 1 cara. Su valor dependerá también de los distintos escenarios de uso considerados, de acuerdo con la tabla anterior:

	Usuario de consumo bajo	Usuario de consumo medio	Usuario de consumo alto
1 cara	800	2.000	4.000
2 caras	200	500	1000
Total folios	900	2.250	4.500

Tabla 2. Consumo de papel del equipo multifunción [Elaboración propia]

El equipo multifunción trabaja con 4 cartuchos de tinta independientes (negro, cian, magenta y amarillo), cuyo rendimiento, según información proporcionada por el fabricante, es de 250 hojas por cartucho en todos los casos, con una cobertura del 5%,

Se supone que cuando se realiza una impresión en color se produce un consumo proporcional de los tres colores. Aunque en la práctica alguno de los cartuchos (generalmente el cian) se agote antes que el resto, se considera que todos los cartuchos de color se sustituyen a la vez, una vez impresas 250 páginas en color con una cobertura total (suma de los 3 colores) del 15%.

En el caso del cartucho negro la duración también será de 250 páginas, pero en este caso con una cobertura del 5% (la normal cuando se imprime en texto). Se considera que en las impresiones a color no se consume tinta negra. El consumo de tinta corresponde a la superficie total que ocupa el color en cada uno de los escenarios.

Los consumos de tinta serán, pues, los siguientes:

	Número de cartuchos		
	Usuario de consumo bajo	Usuario de consumo medio	Usuario de consumo alto
Cartucho negro	3	7	16
Cartucho color	1	3	4

Tabla 3. Consumos de tinta de los equipos [Elaboración propia]

Por lo que respecta a los consumos de energía, éstos serán distintos en función de si el equipo está en funcionamiento (es decir, fotocopiando, imprimiendo o escaneando), en reposo (standby), o apagado pero conectado a la red eléctrica.

Los consumos, en función de si el equipo está en uso, en reposo o apagado serán los siguientes:

	Modo USO	Modo REPOSO	Modo APAGADO
Multifunción (W)	10	5	1

Tabla 4. Consumos energéticos [Elaboración propia, a partir de datos de EPSON, 2006]

Dichos datos se han obtenido de las especificaciones técnicas de los equipos. Para conocer los consumos totales durante la vida útil de los distintos equipos, para los distintos escenarios de uso, se han realizado las siguientes consideraciones:

- El **usuario de consumo bajo** emplea el equipo de forma ocasional. O bien lo tiene en funcionamiento o apagado (conectado a la red). En ningún momento lo tiene en reposo.
- El **usuario de consumo medio** emplea el equipo con una frecuencia mayor. El tiempo en funcionamiento depende del número de horas que es necesario estar en funcionamiento para las impresiones fijadas. Del resto del tiempo, el 85% del tiempo lo tendrá en modo reposo y el 15% del tiempo restante lo tendrá apagado, pero conectado a red.
- El **usuario de consumo alto** tendrá el equipo o bien en funcionamiento o bien en reposo pero, debido a la gran frecuencia de uso, no lo llega a apagar nunca.

Teniendo en cuenta que se trabaja con folios de tamaño DIN A4, que la resolución de escaneado es de 300 ppp para el equipo multifunción, y una vez realizados los cálculos correspondientes, el consumo eléctrico de los distintos equipos y para los distintos escenarios considerados serán los siguientes:

	Usuario bajo	Usuario medio	Usuario alto
Vida útil (h)	43.800,00	43.800,00	43.800,00
Tiempo de uso (h)	1,40	3,73	7,94
Tiempo de reposo (h)	0,00	37.226,83	43.792,06
Tiempo apagado (h)	43.798,60	6.569,44	0,00
Consumo TOTAL (KWh)	43,81	192,74	219,04

Tabla 5. Consumo de energía del equipo multifunción [Elaboración propia]

3.3. Unidad funcional

Para la realización del Análisis del Ciclo de Vida, se ha elegido una Unidad Funcional física: una unidad de impresora multifunción de las características indicadas anteriormente, refiriendo todas las entradas y salidas del inventario a un único producto. Sin embargo, con el fin de extraer conclusiones al respecto a variantes en el ciclo de vida de ésta, se ha considerado diferentes escenarios, tanto de uso como de fin de vida, que serán analizados realizando para ello un análisis de sensibilidad. En el caso de los escenarios de uso, ha de destacarse que esta unidad funcional resulta modificada sustancialmente. A la hora de comparar los resultados, se tendrá en cuenta este fenómeno.

4. Resultados

4.1. Resultados principales

A la hora de realizar el Análisis de Ciclo de Vida, se ha recurrido a una herramienta informática. En concreto se ha utilizado el programa SIMAPRO en su versión 6.0., empleando el método EPS2000 v. 2.1 para la fase de evaluación de impactos.

Los resultados obtenidos se muestran a lo largo del presente punto. Como se ha indicado anteriormente, se han considerado distintos escenarios tanto de uso como de fin de vida.

Esto hace que para cada uno de los equipos analizados existan 9 evaluaciones de impacto posibles, los cuáles se han codificado según muestra la tabla siguiente:

ESCENARIOS	Usuario de consumo bajo (1)	Usuario de consumo medio (2)	Usuario de consumo alto (3)
Vertedero (A)	1A	2A	3A
Valorización Actual (B)	1B	2B	3B
Valorización Completa (C)	1C	2C	3C

Tabla 6. Escenarios considerados en el caso de estudio

Con el objetivo de facilitar la comprensión, se indica a continuación únicamente la tabla de resultados desglosados por categorías de impacto (en ELUs), correspondiente al escenario 2B, ya que se considera éste como el más común de entre los presentados. Posteriormente se realizará un análisis de sensibilidad para determinar la influencia en los resultados de estos dos parámetros.

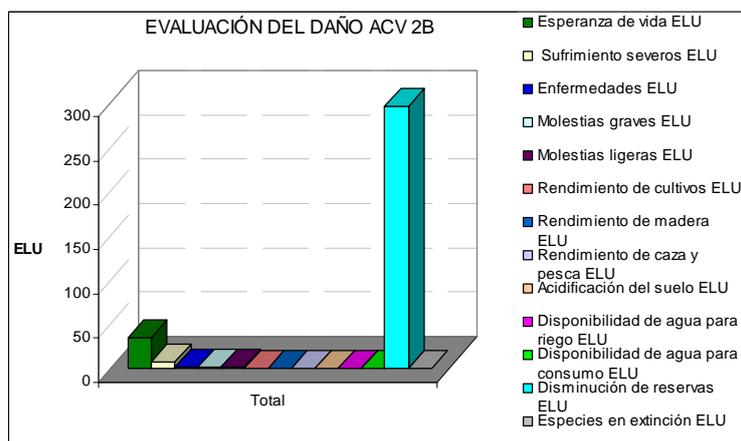


Figura 1. Impacto ambiental del producto analizado, por categorías de impacto (ELU)

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, las categorías de impacto que más afectadas se ven por el ciclo de vida de la impresora multifunción, para este modelo concreto, son la disminución de reservas, con un valor muy superior al resto de categorías, y la esperanza de vida. Esto es debido al alto consumo de materias primas durante el proceso de fabricación del producto, principalmente durante la elaboración de las piezas plásticas y al consumo eléctrico durante las etapas de fabricación y el uso, y de papel en esta última.

Con el fin de poder determinar en qué fase del ciclo de vida tienen lugar estos impactos, se analizan de forma individual las dos categorías más afectadas. Los gráficos siguientes muestran la distribución a lo largo de las distintas etapas del ciclo de vida de los impactos sobre la esperanza de vida y la disminución de reservas (en ELU's).

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes:

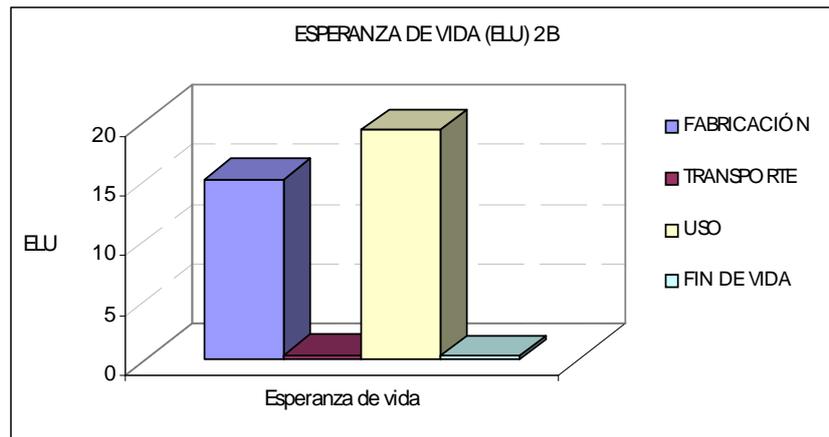


Figura 2. Esperanza de vida (ELU) sobre el modelo ACV 2B

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, en la categoría de impacto “Esperanza de vida”, las etapas del ciclo de vida que más contribuyen son la fabricación y el uso.

Esto es debido al proceso de obtención de los materiales plásticos que conforman el dispositivo, tales como PVC, POM, PP, PET, PS. Estos materiales conllevan un consumo elevado de petróleo y generan un alto nivel de emisiones. Esto tiene efectos negativos sobre la esperanza de vida del ser humano.

Respecto a la etapa de uso, no sólo responde al consumo energético sino también al elevado consumo de papel y, en menor medida, de cartuchos de tinta.

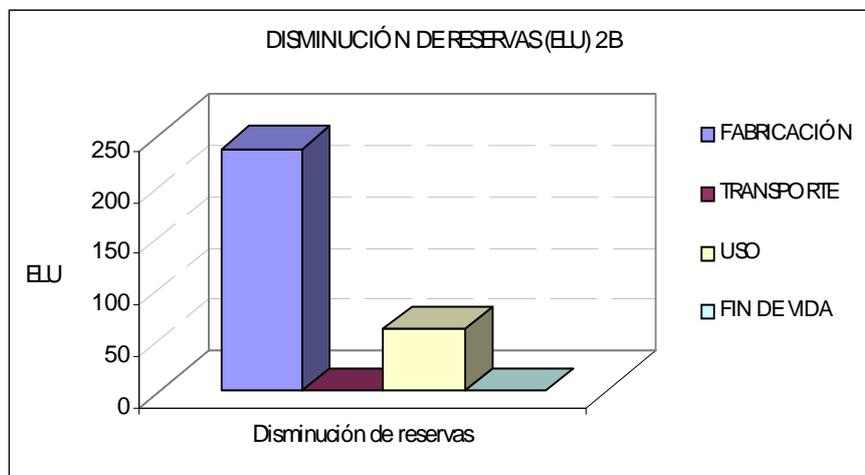


Figura 3. Disminución de reservas (ELU) sobre el modelo ACV 2B

En el caso de la categoría “Disminución de Reservas”, de nuevo las etapas de fabricación y de uso contribuyen en mayor medida a la disminución de reservas del medio. En este caso ambas etapas generan un impacto muy superior al anterior, como puede apreciarse en la diferencia de orden de magnitud entre ambas escalas.

En el caso de la etapa de fabricación la disminución de reservas es clara, debido a la cantidad de petróleo necesaria para la fabricación de las piezas plásticas que conforman el periférico.

A continuación se presentan los resultados agregados en función de las distintas etapas del ciclo de vida. Se muestra dentro de cada una de estas qué categorías de impacto contribuyen.

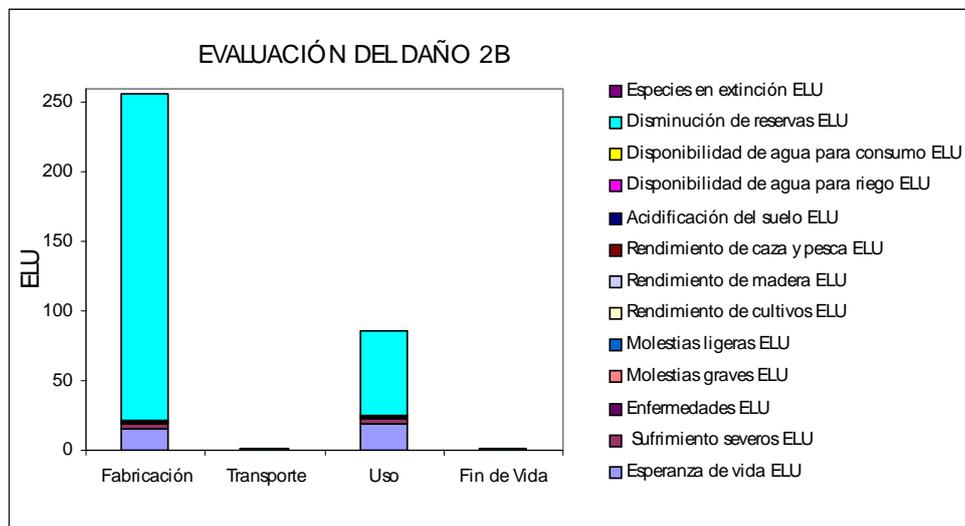


Figura 4. Evaluación del daño ACV 2B (ELUs)

Las etapas más afectadas son la de fabricación y la de uso. Como se ha visto anteriormente la categoría que más contribuye al impacto de fabricación es la de “Disminución de Reservas” En el caso de la etapa de uso el impacto ambiental se debe a la disminución de reservas.

4.2. Análisis de sensibilidad. Variación de los escenarios de uso y gestión del fin de vida

Con el objetivo de analizar la variabilidad en los resultados en función de los distintos escenarios, se ha realizado un análisis de sensibilidad. Aunque se han obtenido resultados considerando todos los escenarios posibles indicados en la tabla 6, únicamente se describen con detalle los correspondientes a los grupos 2A/2B/2C y 1B/2B/3B por ser representativos del resto.

4.2.1. Influencia de la gestión del fin de vida. Comparación de escenarios 2A/2B/2C

La siguiente gráfica muestra para cada fase del ciclo de vida la variación existente en los resultados al variar el escenario de fin de vida.

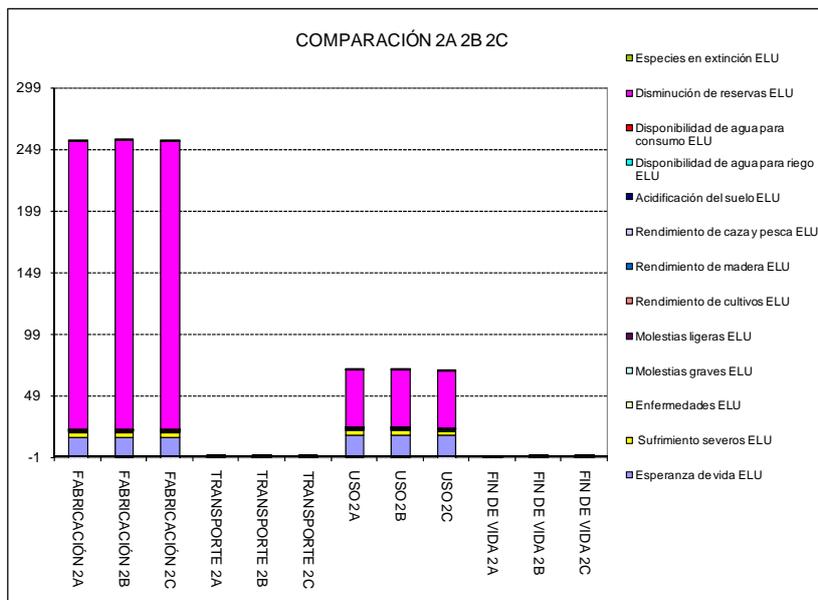


Figura 5. Influencia de la gestión del fin de vida. Comparación ACV 2A/2B/2C

Tal y como muestra la figura, las etapas de Fabricación y Uso son las que ejercen un mayor impacto ambiental, independientemente del tipo de fin de vida considerado. Dentro de la etapa de fabricación la categoría de impacto más afectada es en todos los casos la de Disminución de reservas. En el caso de la etapa de Uso, la categoría de impacto mas afectada es de nuevo la de Especies en extinción. No se perciben variaciones notables con los cambios de este parámetro.

4.2.2. Influencia de la intensidad de uso. Comparación 1B/2B/3B

Al igual que en el caso anterior, se ha realizado un análisis de sensibilidad variando el escenario de uso, obteniéndose la siguiente gráfica:

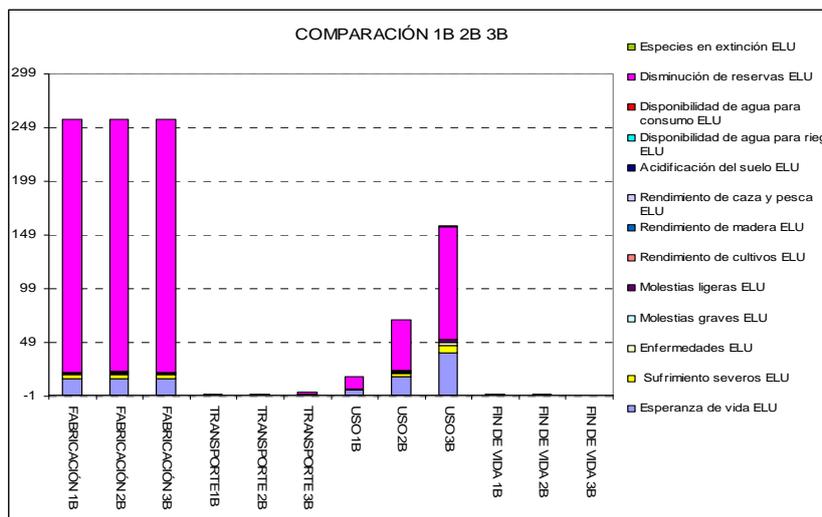


Figura 6. Influencia de la intensidad de uso. Comparación ACV 1B/ 2B/3B

Las etapas de mayor impacto ambiental son las de Fabricación y Uso, igual que en el caso anterior. En este caso, se destaca la importancia de analizar los resultados teniendo en cuenta los distintos parámetros de las unidades funcionales de cada escenario. Así, aunque

el escenario 3 se muestre como el más impactante, no lo es tanto si se considera que el producto imprime el doble de hojas que en el escenario 2 y cinco veces las del escenario 1.

5. Conclusiones

Tras la realización de este Análisis de Ciclo de Vida, se listan las conclusiones obtenidas:

- Las etapas que constituyen el ciclo de vida del periférico, según se ha establecido a lo largo de todo el análisis, son: Fabricación, Transporte, Uso y Fin de Vida, cada una de éstas estando constituida por varios procesos. Las etapas del ciclo de vida del periférico que poseen un mayor impacto son la fabricación y el uso.
- En el caso de la fabricación, el impacto se debe a un elevado consumo de materias primas, principalmente de resinas poliméricas, que dan origen a los plásticos. Estas materias son productos derivados del petróleo. Las extracciones del petróleo y del gas poseen en sí mismas un impacto ambiental considerable. Potenciales mejoras pasarían por reducir al máximo las dimensiones de las piezas (siempre que se mantengan las mismas prestaciones) o utilizar polímeros con características similares pero que sean capaces de ser reciclados en mayor medida.
- Durante el procesado de los materiales se produce un alto consumo energético, al igual que un alto nivel de liberación de calor y gases a la atmósfera. Éstos podrían ser utilizados mediante recuperación energética, disminuyendo así los efectos negativos de ambos.
- Si bien el ensamblaje no representa un impacto elevado, el fin de vida del aparato puede ser sustancialmente mejorado si las piezas que conforman un dispositivo están unidas con sistemas de ensamblaje fáciles y cómodos de desensamblar. De este modo se verá facilitado el tratamiento final del producto, llegando a hacer viable estrategias como la reutilización o la refabricación.
- Otra etapa de gran impacto ambiental es la de uso. Como se ha visto, ésta depende en gran parte del usuario final del producto y del buen uso que éste haga del periférico. Este tipo de dispositivos consumen un elevado nivel de energía incluso en los momentos en los que no están en uso pero si conectados a la red. Un dispositivo multifuncional de estas características esta indicado para un nivel de uso medio y no es bueno para un usuario que utilice el periférico en contadas ocasiones (podría utilizar otros dispositivos de menor consumo y volumen) ni para un usuario de uso muy continuado ya que lo razonable sería utilizar dispositivos más especializados que sean capaces de optimizar al máximo cada función. Si pese a esto se opta por diseñar un producto que busque complacer todo el rango de usuarios, se puede configurar el modo de ahorro para apague el equipo tras un rato de inactividad. Por parte de los usuarios, también cabe la recomendación de desconectar el aparato de la red si no va a ser usado. Respecto a los fabricantes, se plantea la inclusión de un interruptor seccionador del aparato. Esta tecnología está cada vez más extendida en monitores y fuentes de alimentación.
- Dentro de la etapa de uso se incluye el consumo de diversos elementos o productos adicionales como el papel o los cartuchos de tinta. La reducción del impacto que éstos generan sobre el medio ambiente no depende tanto del diseño del dispositivo como de la conciencia medioambiental del propio usuario. Sin embargo cabe optimizar tanto el uso de los cartuchos como el tamaño y el embalaje de estos a fin de minimizar su impacto ambiental. Asimismo, cabe plantear estrategias de reutilización para estos elementos, posiblemente mediante sistemas de recogida u ofertando sistemas integrados de producto-servicio.

En el presente artículo, se ha visto la utilidad de emplear herramientas de análisis de los impactos ambientales de los productos para obtener potenciales mejoras en futuros diseños de producto. Si bien el proyecto descrito en este artículo no llevaba como fin tal mejora futura, se han podido extraer como conclusiones casi directa potenciales puntos de mejora para futuros equipos multifunción.

Referencias

AENOR, "UNE - EN ISO 14040:1997. Gestión medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida: principios y estructura", AENOR, Madrid, 1998.

ASIMELEC, *Jornada sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos*, Instituto de Tecnología Eléctrica, Valencia, 2005.

Capuz, S., Gómez, T. (Eds) "Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles", Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2002.

Collado, D., "Propuestas de ecodiseño para reducir el impacto ambiental del fin de vida de una impresora de chorro de tinta", Proyecto Final de Carrera, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2004.

DOCE, "Directiva 2002/96/CE del Parlamento y del Consejo, de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)", DOCE L 37/24 de 13 de febrero, Estrasburgo, 2003a.

DOCE, "Directiva 2002/95/CE del Parlamento y del Consejo, de 27 de enero de 2003, relativa a la restricción del uso de ciertas sustancias en los equipos eléctricos y electrónicos", DOCE L 37/19 de 13 de febrero, Estrasburgo, 2003b.

ECOFIMÁTICA (Fundación para la gestión medioambiental de equipos ofimáticos. [web] <http://www.Ecofimática.es> [consultado el de 25 Agosto de 2006]

EPSON IBÉRICA S.A.U. [web] <http://www.epson.es> [Consultado el 25 Junio de 2006]

ISO, "ISO/PDTR 14062.3. Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development", Borrador del ISO/TC/WG3, Ginebra, 2002.

Owens, J.W., "LCA Impact Assessment Categories. Technical Feasibility and Accuracy", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996.

SETAC, "Guidelines for life cycle assessment: A code of Practise", Society of Environmental Toxicology And Chemistry, Bruselas, 1993.

Van den Bergh, N.W., C.D. Dutilh y G. Huppes, "A guide into environmental life cycle assessment", Leiden: Centrum voor Milieukunde. –III. Publ. under the authority of: National Re-use of Waste.Research Programme (NOH), The Netherlands, 1995.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Daniel Collado-Ruiz

Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (España).

Phone: +34 963 877 000 Ext. 85650

Fax: + 34 963 879 869

E-mail: dacolrui@dpi.upv.es

URL: <http://www.dpi.upv.es/id&ea>