

# CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA EL DISEÑO DE PRODUCTOS

Patricia Morales Ledesma

## SÍNTESIS

*El artículo muestra las bondades del eco-diseño y lo presenta como una alternativa para minimizar los impactos que generan los productos sobre el medio ambiente. Así como un conjunto de técnicas, herramientas y métodos disponibles para la evaluación del ciclo de vida de los productos, desde la extracción de los recursos, hasta la disposición o finalización del ciclo de vida del mismo. Se hace un especial énfasis en las limitaciones del uso de éstos recursos si no se acompaña de la voluntad de los actores que intervienen en el proceso.*

**DESCRIPTORES:** *Diseño, Medio ambiente, Eco-diseño, Ciclo de vida.*

## ABSTRACT

*This article shows the advantages of eco-designing and presents it as an alternative to minimize the impacts that products generate over environment. It also presents eco-designing as a group of tools and techniques that are available to analyse the products' life cycle since resource extraction, until its final disposition, or the end of its life cycle. Making emphasis on the limits of these resources' use, should it count with the will of the stake holders that take part in the process.*

**DESCRIPTORES:** *Design, Environment, Life Cycle assessment, Eco-design.*

## INTRODUCCIÓN

Las consideraciones medioambientales en el ámbito industrial han ido creciendo desde las primeras crisis del petróleo en la década de los 70, las soluciones ofrecidas en esa época apuntaban a lo que se ha denominado "tratamientos de final del tubo", que no es otra cosa que dar propuestas de solución al problema de contaminación, después de haberla causado. A fines de la misma década el concepto de prevención de la polución y las descargas nocivas al ambiente son vistas desde el proceso productivo y el uso de la materia prima, la tecnología empieza a jugar un papel importante y la disposición final de los desechos se erigen como una estrategia que

va más allá de los tratamientos a posteriori, incluso el análisis de consumo y disposición de los productos se empiezan a estudiar en las empresas (Royston, 1979, 112). A pesar de las acciones emprendidas las amenazas al ambiente subsisten; con el énfasis puesto ahora desde 1987 en el desarrollo sustentable (Brundtland, 1987, 206), la prevención se amplía a todas las actividades industriales, el ciclo de vida del producto y todas las otras actividades humanas que afectan la economía, el ambiente y la sociedad, es decir, se ponen de manifiesto los tres pilares que soportan la teoría sobre el desarrollo sustentable, Ecología, Economía y Sociedad. Concepto



éste planteado en la Declaración de Río de 1992 que incluyó tres objetivos básicos a cumplir:

**Ecológicos.** Que representan el estado natural (físico) de los ecosistemas, los que no deben ser degradados sino mantener sus características principales, las cuales son esenciales para su supervivencia a largo plazo.

**Económicos:** Debe promoverse una economía productiva auxiliada por el know-how de la infraestructura moderna, la que debe proporcionar los ingresos suficientes para garantizar la continuidad en el manejo sostenible de los recursos.

**Sociales:** Los beneficios y costos deben distribuirse equitativamente entre los distintos grupos.

La respuesta de las empresas a esta tendencia se dirigió a acatar la legislación, para no desvirtuar su imagen frente a los medios y al público, con esa actitud defensiva, las preocupaciones se enfocaron a eliminar las sustancias prohibidas, adoptar técnicas de reciclaje y asumir posturas conservacionistas. Pronto se comprendió, que se debían asumir sistemas proactivos, como la producción más limpia y el ecodiseño, lo que llevaría a reducir costos de procesos, y a introducir

mejoras ambientales que serían muy bien vistas en los balances sociales de las empresas.

La idea básica detrás de todo esto es ofrecer buenos productos que tengan una buena actuación medioambiental ("el beneficio" social), así como un buen beneficio para el cliente.

## EL ECO-PLAN

El eco-plan o plan ambiental de las empresas se vislumbra como una herramienta interesante de aplicar ya que plantea un manejo por niveles, que cada empresa puede adoptar conforme sus condiciones y el grado de desarrollo de productos que manejen. Para la propuesta de los eco-planos se han formulado muchas alternativas, una propuesta seria, son los cuatro niveles que proponen (Stevens, 1996, 12) y (Brezet, 1997, 25).

**Nivel 1.** Mejora del producto, como mejora progresiva e incremental del producto, que puede ser, disminución de materia prima o el reemplazo de una de sus partes.

**Nivel 2.** Rediseño de producto, partiendo de un producto existente.

**Nivel 3.** La nueva definición del concepto de producto, que implica una ruptura en la función técnica del producto.



Nivel 4. Nueva orientación del sistema de producción, cuando el producto obliga una innovación del sistema de producción.

Como centro de la discusión del eco-plan está el concepto de ciclo de vida del producto, y el ecodiseño.

Las reflexiones que acompañan la idea del ecodiseño nacen de interrogarse sobre los problemas ambientales y las motivaciones que se tienen al momento de diseñar un producto.

En consideración a la regla de que a un excesivo crecimiento y densidad demográfica, le corresponde un incremento en la producción y el consumo material y que éstas se vinculan con los satisfactores de los indicadores de bienestar y calidad de vida, como son la alimentación, salud, vivienda y transporte, principalmente y una vez suplidos éstos, nuevos satisfactores entran a jugar un papel importante, los cuales tienen que ver con el esparcimiento, la diferenciación, el prestigio social, el placer individual, entre otros; lo que se traduce a su vez en una superproducción material y por consiguiente industrial, con las consecuencias ya conocidas, como mayor demanda de recursos naturales, incremento de los residuos provenientes tanto de los procesos de transformación como de las nuevas actividades que van de

la mano con las "nuevas necesidades", que se concretan en nuevos diseños de artefactos, los cuales en los últimos tiempos vienen siendo de corta duración, con muy poca historia, pero de una alta velocidad de producción y de reposición.

Esta reflexión unida a que diseñar es un acto humano, es toda acción creadora que produce algo nuevo, que no involucra exclusivamente las necesidades materiales, sino también las necesidades expresivas, que están muy relacionadas con la valoración estética y simbólica, las cuales entran a jugar un papel importante en el nuevo orden material, debido a que en algunos casos los productos resultantes son los que denotan o hacen la diferencia por lo que implica su posesión.

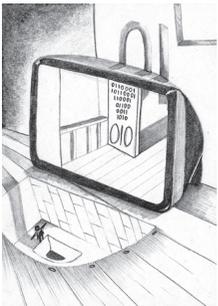
El diseñador, con el ánimo de representar formalmente las ideas o conceptos; define no solamente el aspecto externo de los productos, sino que también determina los materiales y procesos productivos de transformación, el número de componentes que éste tiene y la intercambiabilidad de sus partes, interviene intrínsecamente en la explotación de los recursos naturales; por tanto incide en las funciones ambientales, como son: las funciones de generación de recursos (es decir, el manejo de materiales orgáni-



cos e inorgánicos, suelo, celulosa, madera, energía, químicos diversos, etc.), la asimilación de desechos, la capacidad de recibir emisiones contaminantes, descargas, residuos industriales, químicos sintéticos, etc.

La manera de asumir la responsabilidad antes mencionada, de coadyuvar en la creación del ambiente artificial desde el diseño de productos le antepone a los diseñadores dos alternativas. Por un lado, la manipulación y explotación en mayor o menor medida de las nuevas demandas humanas, dando como resultado transacciones rentables y teniendo como eje central el valor de cambio, por otro lado, la revaloración de la calidad del artefacto en la interdependencia biológica (Manzini, 1996, 69), centrada esta última en el valor de uso y el ciclo de vida total de los productos, desde su planeación hasta su confinación final o recuperación.

Para la primera opción, la concepción del diseño se desprende de la sociedad de consumo, al concentrar las soluciones en torno a las fuerzas económicas de mercado en un sistema de producción de artículos suntuosos, de baja calidad funcional, técnica y de baja recuperación postconsumo (Manzini, 1996, 72). Que en muchos de los casos no resuelven necesidades sino que sofistican la manera de realizar una actividad.



La segunda ve el diseño como un campo de acción humano dedicado a la transformación material desde el que se puede estudiar, proponer y aplicar eficientemente los recursos disponibles (Chiapponi, 1999, 115).

El diseño involucra en su puesta en escena o práctica mucho más que un conjunto de conocimientos de materiales, procesos de producción o maneras de representación formal; involucra el establecimiento de nexos con comunidades u organizaciones sociales, la evaluación o valoración del entorno de actuación del producto creado, como actividad proyectual el diseño debe anticipar los posibles impactos que el producto genere.

Contrario a lo que viene siendo su campo de acción, debe superar la propuesta meramente estilística que hace que haya una mayor respuesta de compra: no puede quedarse en la estética superficial pasiva.

En un mundo en el que irrumpe una diversificación de elementos sin razón ni mucho arraigo cultural (en términos de Ezio Manzini, "sin espesor cultural"), se debe hacer un replanteamiento del lenguaje de las formas. Si bien es cierto que se mantiene la creencia de que "la tecnología nos permite hacerlo todo", esta nueva concepción de la forma no puede ser exclusivamente desde lo técnico; si se trata de

generar una mayor estabilidad de identidad debe hacerse en términos de cultura y de lo que pueda constituir valor. Entendiendo que la cultura es ese todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, las costumbres y cualesquier otro hábito y capacidades adquiridos por el hombre como miembro de una sociedad, mediante la cual la gente hace suyo gradualmente un sistema previamente establecido de significados y de símbolos que utilizan para definir su mundo, expresar sus sentimientos y hacer sus juicios (Kottak, 1997, 18)

Así, desde el diseño se pueden repensar los modos actuales de explotación comercial e industrial de los productos para que se generen nuevas formas de sentido de convivencia entre el hombre, el artefacto y el medio ambiente.

De esta manera es posible prevenir el error y brindar a las personas y recursos comprometidos en el diseño y fabricación la oportunidad de disminuir o minimizar las consecuencias negativas a las que esté expuesto el usuario o la comunidad en general, el entorno inmediato de uso y la disposición final del objeto o artefacto.

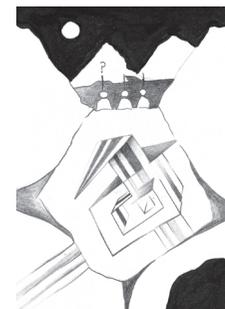
Considerando que la función del diseño está en generar respuestas o soluciones acordes a los órdenes existentes en la naturaleza, así como en la co-

herencia del orden humano en el ambiente artificial, disminuyendo la tensión del artefacto en éste, mediante la innovación (Manzini, 1996, 76), se podría afirmar que el proceso de diseño permite llegar a un juicio técnicamente razonado y compartido sobre la calidad ambiental de los productos.

Para ello se recurre al LCA (life cycle assessment) (Hunt et al, 1998, 93) o a la metodología propia del diseño que aportan algunos elementos que permiten realizar valoraciones de impacto ambiental, contemplando requerimientos de uso o funcionales, técnicos o prácticos, formal-estéticos, simbólico-comunicativos, sociales, ambientales, y económicos, para el desarrollo de productos.

El LCA es un instrumento articulado de evaluación del impacto ambiental de los productos que toma en consideración todas las diferentes fases del ciclo de vida. Éste inicia en los recursos tomados de la naturaleza, continúa con la producción de materiales, los procesos industriales de transformación, la distribución y venta; el uso y el mantenimiento del producto; gestión de fin de vida (disposición o uso potencial de las partes o productos en el desuso) y las diversas fases de transporte.

El instructivo del LCA propone que el ciclo de un producto debe consi-



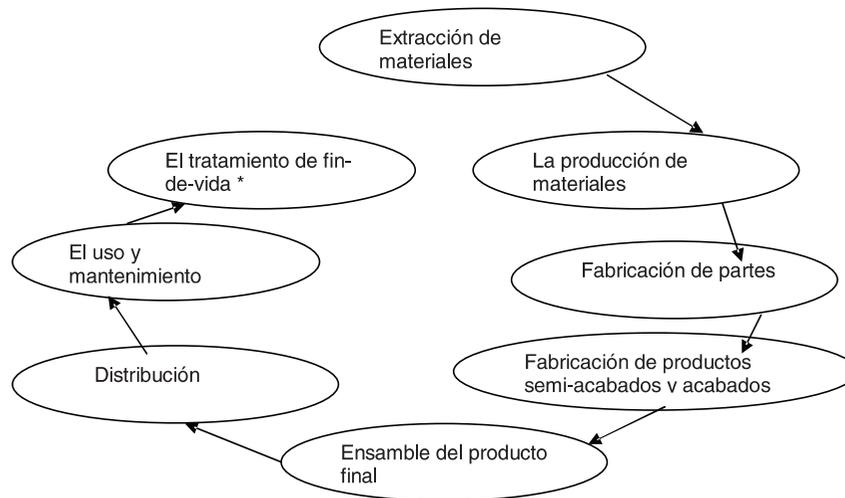
derar el consumo de energía, la aplicación de materiales, las sustancias químicas, la durabilidad, la reusabilidad o reciclaje, el empaque y el transporte, en el instrumento se plantea que de ser posible el ciclo de vida incluya la extracción y producción de los componentes y partes ensambladas, el ensamble mismo del producto y el desuso. La implementación de estas herramientas están siendo apoyadas por las nuevas políticas medioambientales y los acuerdos internacionales, además de la decisión de los productores, de quienes depende en gran medida que se cumplan las leyes y demuestran la voluntad de plantear propuestas de manejo en partes del ciclo de vida del producto que están por fuera de su dominio tradicional de fabricar, es decir, ejercer

control del producto fuera del ámbito de la producción.

El papel del diseñador se debe enfocar en reducir los impactos sobre el medio ambiente, atendiendo las consideraciones hechas por la comunidad científica, las políticas y normas vigentes y las metas de la organización en la que esté actuando, deben ser consecuentes con el nivel de eco-plan escogido. Y considerar los impactos sociales del producto.

El estudio de ciclo de vida del producto debe ser asumido con una visión holística, la implementación del plan no puede tener efectos reducidos solamente sobre lo ambiental, las posibilidades de innovación dentro del sistema productivo debe convertirse en el reto.

### CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO



\*re-uso, desmonte, material y químico reciclados y recuperación de energía.



Las consideraciones iniciales a las que obliga, tienen que ver con:

- Ningún material se puede excluir arbitrariamente, sin que exista un estudio previo que alerte sobre su uso;
- Se deben tener en cuenta todas las características medioambientales y económicas del producto;
- Los productos intermedios usados durante el proceso deben ser analizados, para ello se debe pensar si el producto intermedio durante su proceso de fabricación genera algún tipo de contaminantes;
- El enfoque no sólo es en el impacto ambiental del producto, es también sobre el sistema afectado durante el uso.

Si bien es cierto que los diseñadores siempre han prestado mucha atención a la fase del uso de sus productos y la ergonomía es estudiada cuidadosamente para hacer el producto fácil y cómodo al uso, son pocos los diseñadores que han analizado completamente las implicaciones medio ambientales y la forma como afectan al usuario.

Este es un llamado para que el diseñador tenga en cuenta los impactos potenciales en lo que se refiere al uso de recursos y descarga de contaminantes en el agua, aire y tierra. Otros como los olores, uso de la tierra y daño, ruido, radiación, etc. también deben

ser considerados, aunque algunos de ellos no sean de competencia directa del diseñador de productos.

En éste sentido el recurso del multicriterio, es bien útil pues siempre la opinión de los expertos puede evitar que actuando desde el desconocimiento de un tema se incurra en exclusiones involuntarias y arbitrarias o sean mejoradas unas condiciones y empeoradas otras, es decir, se cambien los impactos.

Ejemplos de esto serían:

- Un proceso de reciclaje que consume más energía que lo que se ahorra recuperando el material.
- Un producto miniaturizado, el cual usa menos material que su precursor pero que el uso de materiales mixtos y la composición, lo hace irrecuperable.
- Un automóvil con un cuerpo de aluminio blanco, que consume menos combustible en razón del bajo peso, pero que el proceso productivo es de una gran demanda energética y genera muchas emisiones, lo que no compensa lo ahorrado durante la fase de uso.

Los anteriores ejemplos nos ilustran sobre tres elementos importantes. Uno, que los cambios sobre un producto se justifican si la estrategia medioambiental de ciclo de vida implementada, mejora considerablemente.



Dos, que el desplazamiento de un impacto medio ambiental a otro debe ser también previsto, lo que implica que en ocasiones se debe hacer el balance de donde afectaría menos al producto, sí durante el proceso de producción o en el uso.

Y un tercer elemento tiene que ver con la reducción del consumo de electricidad, es de tener en cuenta ya que si disminuyen los costos de producción, por disminución del consumo de energía, esto puede mejorar la competitividad del producto, la consideración es más importante aún si estamos actuando en un país que como el nuestro no tiene resuelto el problema energético y tenemos empresas que dependen en gran medida de la electricidad para los procesos de producción.

## EL PROCESO DEL ECO-PLAN

El proceso de desarrollo de producto varía enormemente entre los productos y las prácticas de las empresas, cada empresa no sigue los lineamientos aquí propuestos, se hacen una serie de combinaciones, de los cuatro niveles planteados y a su vez de la intervención en alguno de los puntos considerados en el planteamiento del ciclo de vida del producto, el tamaño de la organización y las tecnologías implementadas

así como la división del trabajo hacen grandes diferencias. Los elementos descritos ayudan a que en las grandes empresas el proceso de eco-plan sea mucho más sistemático y los procesos estén normalizados. Como cada organización tiene su propia curva de aprendizaje, las pequeñas empresas tendrían desventaja y trabajan más desde el ensayo y error, sobre todo cuando se hace desarrollo de nuevos productos, ya que esto requiere inversiones en desarrollo tecnológico, ahora bien que a su vez esta se puede considerar una ventaja dado que se adolece de los vicios de las grandes organizaciones en los que la división del trabajo hace que existan luchas de poder al interior de los diferentes departamentos y entre departamentos. En las pequeñas empresas hay un diálogo más directo entre los ingenieros de producción, el diseñador y el encargado de mercadeo. Requisito indispensable para que el proceso sea exitoso.

## Integración de problemas medioambientales durante el desarrollo del producto

En el desarrollo del producto, el ambiente no puede agregarse como un pensamiento posterior. El eco-diseño no puede ser visto como un agregado después de, debe construirse en todas las fases de los pro-





cedimientos del plan de desarrollo del producto, es necesario incorporar los problemas medio ambientales a la discusión de diseño y desarrollo del producto según las características de los procesos y productos de la empresa, se debe involucrar en la discusión inclusive al encargado de las compras pues dentro de las opciones técnicas están los materiales y el origen de ellos es también un factor de decisión importante. Los métodos y normas propios de cada compañía se deben considerar así como sus elementos de diferenciación o distintivos.

Es así como Siemens, por citar un ejemplo, ha establecido unos criterios o como ellos llaman “las pautas de desarrollo de producto” que consisten en 40 reglas que orientan todas las fases del ciclo de vida de sus productos y cuyos puntos focales son: el consumo de energía durante la fase del uso, sobre todo en el caso de un producto que tiene una larga vida útil; la recuperación y/o reducción al final de la vida útil, la sustitución de sustancias peligrosas; el cumplimiento de las normas electrotécnicas del producto según la aplicación de la nor-



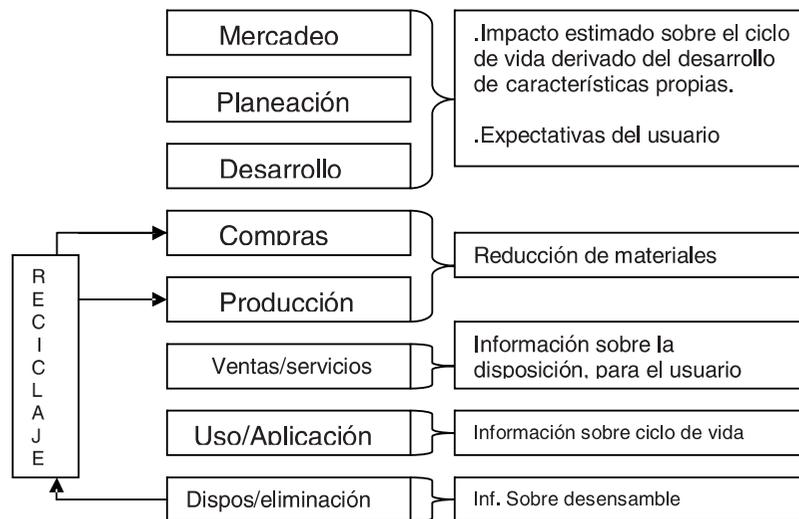
ma interna SN36350. norma que es aplicada en todos los grupos de Siemens y las compañías filiales, accesible vía la Intranet y basada en la norma ISO 9000. Un énfasis especial se hace sobre la disposición final de algunos de sus productos como los transformadores, ellos mismos se encargan de esta tarea por disposiciones legales, lo que hace que pongan un especial interés en el desmonte del producto.

### Valoración de Ciclo de Vida

En una empresa antes de establecer las reglas de mejora sistemática, los métodos y herramientas, es recomendable que se recoja la información y adquiera el conocimiento medioambiental de actuación de los productos a lo largo de su ciclo de vida entero. Tal acercamiento no representa solamente tener una vi-

sión estratégica para la aplicación de prácticas del eco-plan, sino que también es el único medio para evaluar si una medida es eficaz o no.

La valoración de ciclo de vida es una herramienta para evaluar el impacto medioambiental del ciclo de vida completo de un producto. Es un método sumamente poderoso para la aplicación de ciclo de vida, se define como la recopilación y evaluación de las entradas, los rendimientos y los impactos medioambientales potenciales de un sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida, es evidente que éste es un método muy complejo que no puede aplicarse fácilmente en el desarrollo del producto. Para facilitar su aplicación hay varios software disponibles, recomendados según el caso, de los cuales se puede obtener información en The International Journal of LCA



Esquema de entrada de información por fases

La herramienta de valoración de ciclo de vida puede usarse para validar los métodos más simples, también están desarrollándose las metodologías de valoración simplificadas (Beaufort, 1997, 39), (Rebitzer, 1999, 76), (Rebitzer y Fleischer, 2000, 39). Estos acercamientos generalmente tienen en cuenta algunas fases de ciclo de vida y algún criterio medioambiental específico, claro está que el criterio de reproducibilidad y fiabilidad de los resultados son problemas críticos y necesita ser mejorado, pues no existen formulas mágicas y todo depende de los productos o proyectos analizados.

Un método de valoración simplificado desarrollado en los Países Bajos y usado con éxito por Philips, es el de los Eco-indicadores, estos miden los impactos medioambientales en una unidad común, basado en el impacto generado por un solo ciudadano; esta valoración resulta atractiva a la industria, pues proporciona referencias simples y refuerza el análisis de ciclo de vida pensado por los diseñadores, la Matriz de Mejora de Producto (Graedel, 1996, 62) también es un ejemplo de un acercamiento simplificado. Él considera cinco etapas en el ciclo de vida del producto como son: la extracción de recursos, fabricación, em-

paque, distribución y uso, incluyendo en este último el fin de vida, la matriz permite evaluar según cinco criterios: la opción de materiales; el uso de energía; los residuos sólidos; los residuos líquidos y los residuos gaseosos.

Para obtener el máximo provecho del análisis medioambiental se propone por Alstom T&D determinar la « Relevancia de los Datos » o relevancia de la información, a través del indicador **(RD)**, que permite evaluar la fiabilidad de los datos y su influencia en el producto. La Relevancia de indicador de la información se define como la Fiabilidad de la Información **(FI)** multiplicado por la Fiabilidad del Consumo **(FC)** y por la Sensibilidad del Impacto medioambiental a la Información **(SI)**:

$$RD = FI * FC * SI$$

Esta valoración de fiabilidad del análisis medioambiental permite identificar qué información debe desarrollarse prioritariamente.

Como otro método de apoyo al ingeniero o al diseñador industrial en la selección del material para el desarrollo del producto, el Euro Mat, propuesto y usado por la Universidad Técnica de Berlín tiene como meta encontrar materiales



innovadores para un producto dado. El primer paso que se plantea es el del perfil de requisitos tecnológicos, el cual corresponde a las propiedades mecánicas y tecnológicas mínimas que deben cumplir los materiales, la identificación del proceso de fabricación conveniente y el proceso de reciclaje necesario al final de la vida útil del producto, lo más interesante de esta propuesta es que involucra el consumo de energía por proceso y ejecución o actuación del producto y el estudio de transporte, tanto de la materia prima, como el requerido durante la distribución del producto, lo que es considerado dentro del balance de consumo de energía.

La evaluación de opciones del plan es basado en ocho criterios: el número de materiales; el peso; el volumen; la reciclabilidad; el grado de toxicidad, el uso de energía; tiempo de montaje; costo de disposición al final de la vida.

La fase de concepto del producto, como son la de detalle y prototipos permiten al diseñador saber donde invertir para mejorar el producto, hacer los ajustes ya sea para mejorarlo reduciendo partes o cantidad de material o aumentando las posibles sustituciones, todo esto comparado con el producto anterior.



El análisis de la fase de uso por parte del diseñador representa grandes ganancias medioambientales, pues reducen sustancialmente los impactos generados por los productos, sobre todo los que para su funcionamiento demandan energía y agua.

Toda esa racionalización técnica propuesta, aunque necesaria, no es suficiente, y demanda para su aplicación no solamente una gran habilidad técnica o de gestión sino también una comprensión profunda de los valores de los elementos ya enunciados durante el proceso creativo. Tampoco se puede caer en la ingenuidad de pensar que un problema tan complejo como el ambiental pueda ser resuelto con artificios técnicos, pues requiere la voluntad y convicción de actores que desde diferentes saberes puedan conciliar proyectos sociales, tecnológicos y científicos en función de la solución de los problemas ambientales.

La producción humana debe introducirse en ciclos de transformación de la materia y de la energía que intervengan lo menos posible la propia producción y reproducción de los ciclos naturales, y que no solamente expresen una posición de respeto por la naturaleza, sino que el proyecto de producto y producción de éste tengan como punto de partida los límites de la biosfera y de la semiosfera.

## BIBLIOGRAFÍA

ALSTOM T&D. (2005). *Environment Research*. [http://www.alstom.com/home/About\\_Us/Research\\_\\_\\_Development/23257.EN.php?languageId=EN&dir=/home/About\\_Us/Research\\_\\_\\_Development/](http://www.alstom.com/home/About_Us/Research___Development/23257.EN.php?languageId=EN&dir=/home/About_Us/Research___Development/). (30 enero. 2006)

BEAUFORT, Langeveld. *Simplifying LCA: Just a Cut?* - Final report of the SETAC-Europe Screening and Streamlining Working Group. Amsterdam: SETAC (ed.), 1997. 138p.

BREZET, James. C. *Dynamics in eco-design practice*, UNEP Industry and Environment, (January-June 1997); pp. 22-27.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. *Our Common future*, report of the World Commission on Environment and Development, Brundtland Commission, Oxford University Press, Oxford, UK, 1987. 356p

CHIAPONNI, Medardo. *Cultura social del producto: nuevas fronteras para el diseño Industrial*. Ediciones Infinito. Buenos Aires. 1999. 204p.

CNUMAD. *Agenda 21*, Río de Janeiro. 1992. 427 p.

GRAEDEL, Thomas. E. 1996. *Design for Environment, AT&T*. En: *ACA Journal*, No. 3, (July, September 1996); pp 54-67.

HUNT R., Gerd; BOGUSKI Thomas. K., WEITZ Karl. 1998. *Case Studies Examining LCA Streamlining Techniques*, En. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 3, No. 1, 1998, pp. 36-42

ISO 14040 – *Environmental Management – Life Cycle Assessment Principles and Framework*, Berlin, Beuth, September 1997.

KOTTAK, Conrad. *Antropología cultural: Espejo para la humanidad*. Mc Graw Hill. Madrid. 1997. 212p

MANZINI, Ezio. *Artefactos: Hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Celeste ediciones. Madrid. 1996. 206p



PHILIPS. (2004). *Eco-indicators*.

[http://www2.ce-europe.philips.com/do?session=new&vsid=1215&jsp=index&ccode=CE\\_Global](http://www2.ce-europe.philips.com/do?session=new&vsid=1215&jsp=index&ccode=CE_Global) (septiembre. 2005)

REBITZER, Günter.; FLEISCHER, Gerhard., *Identifying the Environmental Impact Drivers and Tradeoff Options in the Life Cycle of Automobiles A Software Based Methodology for the Sound Restriction of System Boundaries*, SAE Total Life Cycle Conference, Detroit, 2000. 140p.

REBITZER, Günter. *Vereinfachung und Aussagesicherheit von Ökobilanzen*. en: GDMB (Hrsg.): Nutzen von Ökobilanzen, Heft 85 der Schriftenreihe des GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik. Clausthal-Zellerfeld, 1999. pp116- 119.

ROYSTON, Michael. G., *Pollution Prevention Pays*. Oxford: Pergamon Press, Oxford, UK, 1979. 187p

SIEMENS. (2000). *Ökobilanz*. [http—www.siemens.com-Daten-Event-2001-02-26-umweltber2000\\_e.pdf](http://www.siemens.com-Daten-Event-2001-02-26-umweltber2000_e.pdf) . ( septiembre. 2005)

STEVENS, Andrew., *Inaugural address*, en Rathenau Institute. (September 4, 1996). Rathenau. 1996. 23p.

Technical University Berlin. (2004). *EuroMat*. <http://www.euroMat-online.de>. (septiembre. 2005).

