

FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ MADARIAGA

Ecoeficiencia

Propuesta de diseño para
el mejoramiento ambiental



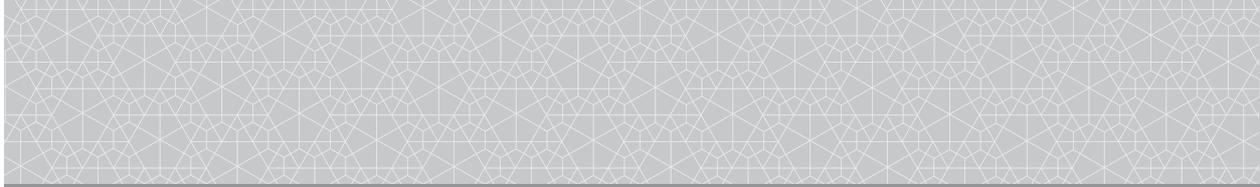
EDITORIAL
AL UNIVERSITARIA

Libros que transforman

cuaad

Centro Universitario de
Arte, Arquitectura y Diseño

Universidad
de Guadalajara



Ecoeficiencia

Propuesta de diseño para
el mejoramiento ambiental

FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ MADARIAGA

Ecoeficiencia

Propuesta de diseño para
el mejoramiento ambiental



Libros que transforman

cuad
Centro Universitario de
Arte, Arquitectura y Diseño

**Universidad
de Guadalajara**



Marco Antonio Cortés Guardado
Rectoría General

Miguel Ángel Navarro Navarro
Vicerrectoría Ejecutiva

José Alfredo Peña Ramos
Secretaría General

Mario Alberto Orozco Abundis
Rectoría del Centro Universitario
de Arte, Arquitectura y Diseño

Izcóatl Tonatiuh Bravo Padilla
Rectoría del Centro Universitario
de Ciencias Económico Administrativas

José Antonio Ibarra Cervantes
Corporativo de Empresas Universitarias

Javier Espinoza de los Monteros Cárdenas
Dirección de la Editorial Universitaria

Primera edición, 2013

Textos

© Francisco Javier González Madariaga

Subdirección

Edgardo Flavio López Martínez

Coordinación editorial

Sayri Karp Mitastein

Producción

Jorge Orendáin Caldera

Diseño de interiores, portada y formación

Lópx. Diseño y Comunicación Visual

Corrección

Sandra Hernández



Este trabajo está autorizado bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercialSinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND) lo que significa que el texto puede ser compartido y redistribuido, siempre que el crédito sea otorgado al autor, pero no puede ser mezclado, transformado, construir sobre él ni utilizado con propósitos comerciales. Para más detalles consúltese <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Todos los derechos de autor y conexos de este libro, así como de cualquiera de sus contenidos, se encuentran reservados y pertenecen a la Universidad de Guadalajara. Por lo que se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso por escrito del titular de los derechos correspondientes.

Queda prohibido cualquier uso, reproducción, extracción, recopilación, procesamiento, transformación y/o explotación, sea total o parcial, sea en el pasado, en el presente o en el futuro, con fines de entrenamiento de cualquier clase de inteligencia artificial, minería de datos y texto y, en general, cualquier fin de desarrollo o comercialización de sistemas, herramientas o tecnologías de inteligencia artificial, incluyendo pero no limitando a la generación de obras derivadas o contenidos basados total o parcialmente en este libro y/o en alguna de sus partes. Cualquier acto de los aquí descritos o cualquier otro similar, está sujeto a la celebración de una licencia. Realizar alguna de esas conductas sin autorización puede resultar en el ejercicio de acciones jurídicas.

En la formación de este libro se utilizaron las familias tipográficas Minion Pro, diseñada por Robert Slimbach y Ronnia, diseñada por Veronika Burian y José Scaglione.

González Madariaga, Francisco Javier
Ecoeficiencia: propuesta de diseño
para el mejoramiento ambiental /
Francisco Javier González Madariaga.
-- 1a ed. -- Guadalajara, Jalisco :
Editorial Universitaria : Universidad de
Guadalajara. Centro Universitario de
Arte, Arquitectura y Diseño, 2012.
136 p. : il. ; 23 cm.) -- (Colección
Monografías de la Academia)
Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978 607 450 680 8

1. Diseño industrial-Aspectos ambientales
2. Diseño sustentable 3.Ciclo de vida de
los productos I. t. II. Serie

628.54 .G64 CDD

TS171.4 .G64 LC

D.R. © 2013, Universidad de Guadalajara



Editorial Universitaria

José Bonifacio Andrada 2679

Colonia Lomas de Guevara

44657 Guadalajara, Jalisco

01 800 834 54276

www.editorial.udg.mx

ISBN 978 607 450 680 8

Enero de 2013

Hecho en México

Índice

7	Introducción
9	Capítulo 1. Medio ambiente y sostenibilidad
29	Capítulo 2. Ecoeficiencia
43	Capítulo 3. La gestión medioambiental
54	Capítulo 4. Producción más limpia (P+L)
68	Capítulo 5. Ecodiseño
85	Capítulo 6. Evaluación de ecodiseño. Un caso práctico
119	Capítulo 7. Reciclado
129	Conclusiones

Introducción

Este libro busca, de manera especial, explorar las áreas de actuación en las que el diseñador de productos industriales puede aportar en la búsqueda de la sostenibilidad, a través de acciones específicas. Asimismo, se ofrece un ejemplo que sigue una metodología, la cual permite determinar puntos en un producto a lo largo de su ciclo de vida, mismos que son susceptibles de mejoras para disminuir sus efectos perniciosos al medio ambiente.

El documento consta de siete capítulos que se pueden leer de forma independiente, por lo que de esta manera se convierten en material de enseñanza al respecto del tema. A continuación se describen los contenidos por capítulo:

- *Capítulo 1. Medio ambiente y sostenibilidad:* Podemos asumir que es indudable para todos, la necesidad de atender urgentemente el deterioro ambiental; lo que no son claros son los conceptos asociados al problema en cuestión. Con el fin de acercar una propuesta de los conceptos fundamentales para los interesados, en este capítulo se reseñan los principales antecedentes del pensamiento medioambiental a partir de los años sesenta del siglo xx. También se busca exponer de manera simple, la terminología de uso común en el medio de los investigadores del esfuerzo hacia la sostenibilidad, además se exponen los esfuerzos más relevantes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de algunas organizaciones no gubernamentales (ONG).
- *Capítulo 2. Ecoeficiencia:* La ecoeficiencia se muestra como una atractiva forma de participación de la industria hacia la sostenibilidad; busca armonizar los intereses del medio ambiente y de la industria, por lo

que para ello aplica diversas estrategias. En este capítulo se describen los objetivos de la ecoeficiencia y sus beneficios potenciales.

- *Capítulo 3. La gestión medioambiental:* La regulación del funcionamiento de las empresas con relación al medio ambiente representa un factor crucial en conseguir los beneficios de la ecoeficiencia. Este capítulo, parte de analizar los progresos del movimiento internacional de protección al medio, los cuales se reflejan en estrategias de gestión medioambiental, como el grupo de normas ISO 14000.
- *Capítulo 4. Producción más limpia (P+L):* La P+L parece ser la más lógica y elemental entre las estrategias hacia la sostenibilidad en la industria; consiste en acciones concretas dentro de la empresa industrial, que permiten minimizar los flujos residuales. La P+L ofrece beneficios medioambientales y económicos atractivos para las organizaciones industriales y de servicios, combinación necesaria para favorecer su participación hacia las mejoras ambientales.
- *Capítulo 5. Ecodiseño:* El ecodiseño es sin duda uno de los temas más importantes en los logros de la ecoeficiencia, ya que un producto o servicio mal diseñado, representa un obstáculo para conseguir esta última. Aquí se identifican las principales estrategias desde donde el diseñador puede cooperar hacia el logro de la sostenibilidad, ya sea rediseñando productos ya existentes en el mercado, o bien, diseñando otros nuevos. También aquí se muestra, como caso de estudio, un proceso de evaluación del impacto que provoca al entorno un producto específico. Este ejercicio enriquece al equipo de diseño, a través de ofrecer información puntual que permitirá disminuir el daño que genera un producto durante sus fases de producción, uso y reciclaje.
- *Capítulo 6. Evaluación de ecodiseño. Un caso práctico.* La evaluación de ecodiseño es una oportunidad para que el diseñador o equipo de diseño disminuya el impacto en materiales y energía que hace al medioambiente un producto industrial. Aquí a través de un ejemplo, se guía al lector sobre una secuencia de cinco etapas donde se aplican algunas técnicas y herramientas para el ecodiseño, que permitirán detectar oportunidades para mejorar un producto.
- *Capítulo 7. Reciclado:* El diseño de productos atendiendo a su reciclaje se muestra como una oportunidad de beneficio ambiental por parte de la industria. Aquí se exponen aspectos de importancia para el diseñador al respecto de este tema.

CAPÍTULO 1

Medio ambiente y sostenibilidad

Introducción

Desde finales del siglo XIX, la Ecología se comenzó a desarrollar como una rama de la ciencia, donde su unidad básica de estudio es el ecosistema, el cual está formado por los individuos que habitan un área determinada, el entorno que los rodea y las relaciones de todo tipo que se dan entre ellos.

Para principios de los años setenta, la ecología mostraba ya una solidez metodológica y de técnicas que le permitió acometer junto con otras disciplinas (como la geografía y la química, por mencionar sólo algunas) un objetivo mayor: elaborar una visión general de nuestro planeta, sus habitantes y las relaciones que hay entre ellos; el trabajo, no obstante, no ha hecho más que comenzar, y ha puesto de manifiesto desde su inicio que la acción del hombre sobre la biosfera produce cambios nunca antes vistos.

Hoy sabemos que efectivamente se producen graves alteraciones en nuestro entorno, y que con certeza, el origen de estos cambios es la actividad de los seres humanos, todo esto, a través de las producciones de energía, alimentos y de la industria.

Estos son algunos eventos que ilustran la gravedad de lo mencionado:

Desde el inicio del siglo XVIII, el planeta ha perdido una superficie de bosques equivalente a la del continente europeo. Dichos bosques, se han convertido en tierras de cultivo o de pastoreo necesarias para alimentar a una población mundial que crece en forma acelerada. Durante los últimos 250 años las actividades productivas del hombre han provocado el aumento en más del 30 por ciento en la concentración del bióxido de carbono en

la atmósfera. Además, las cantidades anuales de elementos importantes —como el nitrógeno o el azufre, movilizados en la actividad humana—, son equivalentes a los que intervienen en procesos naturales; pero en el caso de los elementos tóxicos —como el mercurio y el plomo—, son muy superiores. Estos componentes del cambio global, junto con la cacería y la pesca intensivas y el traslado intencionado o no de especies animales de un lugar a otro del planeta, han provocado graves tensiones en la composición de los ecosistemas (recordemos como ejemplo a la liebre europea llevada a Australia con la intención de servir como presa de caza deportiva, y que sin un depredador natural y gran capacidad de reproducción, causó enormes trastornos en aquel continente). Una de las consecuencias de estas tensiones a las que están sometidas las poblaciones, es sin duda el riesgo de extinción de especies, fenómeno no desconocido en la naturaleza, pero que ahora se ve realizada a velocidades insospechadas.

La pérdida de biodiversidad, el aumento de las concentraciones de productos tóxicos en el medio ambiente, la erosión de tierras, la disminución de capa de ozono de la estratósfera, la lluvia ácida, el cambio climático y el agotamiento de los recursos no renovables son sólo algunos resultados de la indiscriminada apropiación de la biosfera por el ser humano.

Algunos antecedentes del pensamiento medioambiental

No obstante la preocupación actual sobre el tema, podemos encontrar en el pasado reciente, voces preocupadas por el entorno, como la obra de Rachel Carson (1964, citado en Bifani, 2007) denominada *Silent Spring*, donde se da una inflexión histórica en el pensamiento medioambiental, aparecido en 1960 como el primer grito de alerta acerca del modelo capitalista y su impacto en el entorno natural y la salud del humano. Para Carson, la historia de la vida en la Tierra es la historia de la interacción entre los seres vivos y su ambiente, donde la capacidad de transformación del medio ambiente por parte del ser humano se ha disparado en forma exponencial. Asimismo, centra su trabajo en los análisis de los efectos de los contaminantes químicos, partiendo del DDT, del cual se desprenden otros mucho más peligrosos;

consideraba que el más alarmante de todos los impactos en el ambiente era en los ríos, suelos y mares, con sustancias químicas de notoria peligrosidad. También alertó de las grandes preocupaciones en su momento: la guerra nuclear y la contaminación. Señalaba que en su opinión éstos serían los dos problemas principales de nuestra era.

No hay que decir que el trabajo de Carson fue furiosamente atacado, de igual manera que lo había sido Darwin tiempo atrás, pero ahora no fue la Iglesia, sino las industrias química y alimentaria quienes se alzaban poderosas al término de la Segunda Guerra Mundial; en el fondo lo que planteaba la investigadora era la responsabilidad de la sociedad industrializada en los daños al ambiente como costo asociado al progreso. Sin embargo, los trabajos de Rachel Carson no quedaron confinados al medio científico de los Estados Unidos, sino que se extendieron más allá del continente americano, y tiempo después sería reconocida como una obra que impulsó un cambio de pensamiento de enormes proporciones.

Cabe señalar que el trabajo de Carson también provocó otras reacciones positivas y continuadoras; una de ellas fue el informe al Club de Roma sobre *“Los límites del crecimiento”* (Meadows y otros, 1972, citado en Bifani, 2007). Ahora bien una de las principales conclusiones a las que llegó este grupo de trabajo, es aquel que expone que no será posible mantener el modelo de crecimiento actual. Otra conclusión, previno de la explosión demográfica y de una dramática disminución en la producción de alimentos, la cual era debida principalmente por alteraciones sustanciales en el clima (Ehrlich, 1968). En su momento estos trabajos fueron muy criticados por dos razones: una, que no consideraba las diferencias presentes en todos los aspectos entre los países desarrollados y aquellos no desarrollados; y dos, el manejo y extrapolación de datos no resultaba satisfactorio en opinión de los especialistas. No obstante, en una revisión posterior (en 1997) Ehrlich concluyó que aún con los avances de la ciencia, nos hemos acercado de manera inquietante a los límites del crecimiento.

Por otro lado, dada la preocupación generada por el Club de Roma y grupos científicos que la apoyaron, la Organización de las Naciones Unidas convocó a la Primera Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente (Estocolmo, 1972), donde los gobiernos y la sociedad asumieron la responsabilidad de los riesgos ambientales del globo terráqueo, y se plantearon principalmente soluciones de carácter educativo bajo la idea de que para

poder afrontar los problemas de aquel tipo, la educación sería considerada como indispensable. Tiempo después en Tbilisi (Georgia, 1977), se rectificó, considerando que resultaba injusto dejar toda la responsabilidad en los jóvenes y en los encargados de la educación formal, al tiempo que dejaba sin obligación alguna a las generaciones mayores; esto sucedió en la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental convocada por la UNESCO, donde se precisaron las aportaciones que al tema podría hacer la educación, así como los objetivos, los contenidos y los métodos a seguir en la Educación Ambiental, mismos que se asentaron en la Declaración de Tbilisi.

Para el año de 1980 y dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) propuso una *Estrategia*, la cual obedecía a las siguientes razones:

La constatación de que los recursos vivos necesarios para la supervivencia y desarrollo de las sociedades humanas se agotan de manera por demás acelerada y creciente. De la misma manera, aumentan las demandas de estos recursos por nuevos seres humanos, a lo que ahora ya se agrega un nuevo componente, que es la desproporcionada demanda de recursos por parte de los pobladores de países desarrollados.

Otra razón, es la certeza que cualquier acción tendiente a enfrentar los problemas ambientales requiere de un período amplio de tiempo para planificar, implementar y operar éstas; un ejemplo es la reforestación. Mientras más rápido se empezaran los trabajos, menores serían los problemas a atender.

Cabe agregar que son muchos los grupos de actuación que buscan cooperar para beneficiar al medio ambiente; sin embargo, se encuentran dispersos, y la relación entre ellos es escasa, lo que lleva en muchas situaciones a duplicar o diluir esfuerzos. PNUMA propone organizarlos a través de redes de apoyo.

Por último, y no menos importante, por vez primera se plantea la manera genérica del concepto de *desarrollo sostenible*, entendiéndolo como aquel que hace posible el progreso de las sociedades humanas y la conservación de los recursos vivos del planeta. Para que un desarrollo sea sostenible habrá que tener en cuenta, además de los factores económicos, los de índole social y ecológica. Habrá también que considerar la base de los recursos vivos y de los recursos inanimados, así como evaluar dentro de este marco a cualquier acción a corto o largo plazo.

En el año de 1983, la ONU creó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD). Esta comisión presentó en el año de 1987 su informe final, al cual se le otorgó el nombre de su presidenta: Gro Bruntland (*Bruntland Commission*). El informe fue el resultado de tres años de intensas negociaciones y audiencias públicas; recoge información y opiniones de políticos, académicos e industriales de los cinco continentes; al mismo tiempo también se colectó y discutió informes provenientes de Organizaciones no gubernamentales (ONG), instituciones y público interesado; la misma Comisión encargó un sinnúmero de estudios pertinentes para sus fines. El proceso de consulta, análisis y conclusiones se materializó en un documento titulado *Our Common Future* (Nuestro futuro común, en español) (Bruntland, 1987, citado por Muschett, 1998), el cual, a su presentación, provocó todo género de opiniones; pero en lo general, la comunidad internacional se mostró satisfecha con los trabajos, y dispuesta a cooperar en los esfuerzos hacia el desarrollo sostenible. Así pues, el informe final de la *Bruntland Commission* es un documento básico que busca reflejar la opinión de 21 políticos, científicos y ecologistas, todos ellos prominentes. Se señalan los peligros que enfrenta el planeta y propone acciones a realizar para asegurar la continuidad del progreso humano. El informe constituyó la definición estratégica del “desarrollo sostenible”, que responde a las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, desde una perspectiva de equidad entre norte y sur.

Por otro lado, la *Bruntland Commission* no presentó un programa detallado de desarrollo sostenible, pero sugirió el camino a seguir, en espera que en adelante se elaboren planes pormenorizados y adecuados a las características de los lugares donde se han de aplicar.

Ahora bien, en 1990 se presentó el informe de seguimiento de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, el cual define con más fineza los contenidos del concepto de desarrollo sostenible, y marca los retos que se resumen así:

- Evitar la destrucción de la biosfera y sus ecosistemas. Los sistemas de producción y consumo, sobre todo en los países desarrollados, son insostenibles, siendo el origen de incontables problemas ambientales y comprometen las opciones de generaciones futuras.
- El desarrollo de la humanidad depende de la sostenibilidad de la biosfera y sus ecosistemas, por lo cual requiere de la participación activa de

los gobiernos y de las ONG´s. Son necesarias evaluaciones y respuestas organizadas; nacionales e internacionales.

- Para el logro del desarrollo sostenible, las políticas partirán desde el principio de la precaución; esto es previniendo y atacando las causas de la degradación ambiental.
- Los problemas ambientales demandan la aplicación más amplia y sistemática de la ciencia. La *Brunland Comission* invita a la Comunidad Científica del mundo a contribuir desde sus saberes a la promoción de políticas y programas para desarrollo sostenible.
- El desarrollo sostenible a cualquier nivel requiere de cambios fundamentales en los valores humanos hacia el medio ambiente y los patrones de consumo, así como también la puesta en marcha de instituciones y procesos democráticos.

Una segunda estrategia —“Cuidemos la Tierra”— se anexó en 1990 al *informe Brunland*. La primera estrategia promovió un nuevo mensaje: la conservación no se opone al desarrollo. Da importancia al hecho que la conservación incluye tanto la protección del medio ambiente como de los recursos naturales, todos ellos como condición para lograr una vida digna tanto para las presentes como para las futuras generaciones. Declaró que la conservación no es posible sin la disminución de los niveles de pobreza y miseria en la que viven millones de seres humanos. La estrategia propone ayudar a mejorar las condiciones de vida de los seres humanos de todo el mundo, para lo cual demanda lo siguiente:

- Un compromiso claramente entendido de asumir una nueva ética; la de una vida de manera sostenible.
- Integrar la conservación al desarrollo; conservación para mantenernos dentro de las capacidades del entorno y desarrollo para que cualquier ser en cualquier lugar del planeta tenga una vida larga, saludable y satisfactoria.
- El principio rector para una sociedad sostenible es el respeto hacia otras personas y otras formas de vida, ahora y en el futuro.
- Mantenerse dentro de los niveles de “capacidad de carga del planeta”, o sea, dentro de la capacidad de la tierra de absorber los impactos generados por la actividad humana sin llegar a deterioros peligrosos.

Las reuniones de Río de Janeiro 1992 y de Johannesburgo 2002

Río de Janeiro 1992

La dimensión del problema del medio ambiente surgió ante las Naciones al celebrar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Brasil en el año de 1992. Es válido mencionar que para el pensamiento ambiental esta reunión representa una referencia hacia una nueva forma de percibir el futuro, y es también la toma de conciencia acerca del problema por parte de la sociedad en términos más amplios. Los logros más importantes fueron los tratados y acuerdos tomados, entre los cuales se reafirma la Declaración de Estocolmo de 1972 y se determinan los objetivos siguientes:

- Establecer una alianza mundial, nueva y equitativa con nuevos niveles de cooperación entre las personas, los sectores y los Estados.
- Lograr acuerdos internacionales en los cuales se respeten los intereses de todos y se produzca la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial.
- Se reconozca una naturaleza integrada e interdependiente como el hogar de todos.

Otro documento de gran valor, producto de la reunión de Río, es el Convenio sobre Diversidad Biológica, donde se reconoce el valor que ésta tiene como uno de los indicadores de sostenibilidad, además de su valor intrínseco para la evolución y mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera.

Asimismo, una aportación esencial de la reunión, es la denominada *Agenda 21* (UNCED, 1992), que hace referencia a un plan de acción, el cual cubre temas económicos, sociales, culturales y de protección al medio ambiente a través de la elaboración y aplicación de estrategias para detener y revertir los efectos de la degradación ambiental, al tiempo que busca promover el desarrollo a partir de las mismas administraciones locales.

Agenda 21 identifica las áreas problemáticas donde puede participar el diseño, aunque muchas de ellas no corresponden a la percepción tradicional

del trabajo que realiza un diseñador. El documento es directo en plantear los retos que ha de atender la humanidad para lograr un planeta sostenible:

El lograr un nivel de vida sostenible para todo ser humano requiere una nueva actitud, una actitud de respeto por el medio ambiente global. Una extensa variedad de técnicas pueden ser usadas para lograr este fin. Mayor eficiencia en el uso de los recursos limitados del planeta, minimizar los residuos, y cambios fundamentales en los procesos de producción donde se pueden aplicar diversos métodos (Sitarz, 1993: 31).

Esta tarea se divide en seis grande temas:

- Calidad de vida.
- Uso eficiente de recursos.
- Protección de entornos comunes a las naciones.
- Manejo de los asentamientos humanos.
- Uso de químicos y el manejo de los desechos industriales.
- Fomento al crecimiento económico sostenible a escala mundial.

Dentro de cada tema hay una lista de tareas por cumplir: aquellos que representan una oportunidad de participación para el diseño; pueden ser las que incluyen la investigación y el desarrollo de tecnologías energéticas sostenibles y renovables; reintegración a los ecosistemas de productos de desecho; alterar patrones de consumo no sostenible; efficientar y disminuir el uso de envases y embalajes; desarrollar nuevas tecnologías para la salud, en especial para zonas rurales o donde no están disponibles las facilidades convencionales; fomentar la movilidad sostenible; desarrollar productos atractivos y con valor agregado aprovechando materiales reciclados; desarrollar tecnología que disminuya los residuos industriales; cooperar al desarrollo de turismo sostenible, fomentando un uso racional de los recursos que provienen del bosque; cooperar en el desarrollo de normas y reglamentos para el diseño de nuevos productos de menor impacto ambiental; desarrollar nuevas técnicas y equipos para el monitoreo del uso de recursos; cooperar con las poblaciones locales para el desarrollo de centros productivos respetuosos del medio.

Johannesburgo 2002. La Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible

Han sido ya numerosas las reuniones convocadas por organizaciones, como la de las Naciones Unidas, para buscar las mejores soluciones a los problemas ambientales que aquejan al mundo de hoy. La célebre reunión de Río marcó un parteaguas en la historia de la búsqueda de la sostenibilidad, y cinco años después, la comunidad internacional se reunió en Nueva York con el fin de evaluar los progresos hasta entonces logrados en aquellas fechas; el consenso mayoritario se resumió en que la aplicación de la *Agenda 21* mostraba avances aún más lentos que los esperados, como lo señala Pujol Vidal (2002).

La conclusión general indica que aunque se encontró algún progreso en la búsqueda del desarrollo sostenible para los objetivos marcados por la *Agenda 21*, el camino por recorrer aún era muy largo.

La reunión de Johannesburgo 2002 se presentó como una oportunidad clave para evaluar los avances en las acciones para la aplicación de estrategias nacionales de desarrollo sostenible de conformidad, como lo establece la *Agenda 21*, así también la reunión buscó movilizar de nuevo la voluntad política y los recursos de todas las naciones participantes de acuerdo a un escenario diferente a aquel de la reunión de Río.

La diferencia principal entre las dos primeras reuniones (Estocolmo y Río de Janeiro) y la de Johannesburgo, es que hoy los conocimientos sobre nuestro planeta son más amplios, y que éstos señalan con toda claridad la necesidad urgente de replantear el accionar de las sociedades actuales. También hay que tener en cuenta aspectos de seguridad ambiental, como son la gestión del agua, los límites de los recursos pesqueros, la seguridad alimentaria o los flujos migratorios provocados por cuestiones del entorno (Pujol Vidal, 2002).

Objetivos de la reunión

Los objetivos de la reunión 2002 se podrían resumir en sólo dos:

- Evaluación de progreso en la implementación de la *Agenda 21*.
- Consensuar y potenciar un plan de acción que promueva el desarrollo de programas políticos a favor de la sostenibilidad en todo el mundo.

Cabe señalar que la reunión prestó atención especial a cinco áreas: agua, energía, sanidad, agricultura y biodiversidad; estos temas, además de los de pobreza, población, la situación particular de África y los aspectos de comercio y financiamiento, constituyeron la agenda de los delegados.

Resultados de la reunión y algunos comentarios al respecto

Los acuerdos de Johannesburgo 2002 se pueden resumir de la siguiente manera (Pujol Vidal, 2002):

Diversidad biológica y gestión de los ecosistemas

- Conseguir para el año 2010 una reducción significativa en la pérdida de diversidad biológica que hoy se presenta, además, reconocer que los países en vías de desarrollo requieren de ayuda financiera para cooperar a este fin.
- Recuperar para el año 2015 las reservas pesqueras disminuidas hasta lograr un mínimo sostenible en el futuro, “allá donde sea posible”.
- Crear una red de áreas marítimas protegidas antes del 2015.

Falta de cifras concretas acerca de las tasas de pérdida de diversidad biológica impiden una evaluación aceptable.

La inclusión por parte de los Estados Unidos de la expresión “allá donde sea posible” lo hace un compromiso voluntario, situación que lo que evidentemente disminuye su efectividad.

Productos químicos

- Se crea un marco de trabajo para minimizar, no más allá del año 2020, el grado de impacto de productos químicos sobre el medio ambiente.

Al respecto, se denuncia un retroceso con relación a la Cumbre de Río. Allá se aprobó el principio de precaución, según el cual no es el consumidor el que ha de probar que un producto es perjudicial, sino ha de ser el comerciante quien ha de demostrar que es inocuo.

No se manejó a los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) —como requiere la Convención de Estocolmo— ni del tráfico de residuos, objetivo de la Convención de Basilea.

Energía y cambio climático

- Aumentar el acceso a fuentes de energía renovables.
- Se reafirma el Protocolo de Kyoto con la *ausencia* notable de los Estados Unidos de América.

No se arriba a un acuerdo específico que estimule una revolución hacia las energías renovables a nivel mundial. Los países europeos propusieron aumentar el uso de esas fuentes un dos por ciento anual, lo que llevaría en el 2010 a una participación del quince por ciento del total de la energía consumida; sin embargo, los Estados Unidos de América y los principales países productores de petróleo se opusieron.

No se consiguió un acuerdo para el programa de acción que promueva el uso de energía limpia en los países en vías de desarrollo.

No hay firmeza en la eliminación de los subsidios al sector de las energías no renovables.

Agua y saneamiento

- Reducir a la mitad las poblaciones que no disponen de agua potable y red de saneamiento del líquido para el año 2015.

No se asegura que el agua se mantenga como un bien público.

No se establecen objetivos específicos para asegurar que ríos, lagos y aguas subterráneas sean gestionados de forma sostenible y de que el agua se maneje en forma eficiente.

No se amplía el mandato y financiamiento sobre las zonas húmedas.

Comercio, globalización y medio ambiente

- Se reafirman los acuerdos recientes de la Organización Mundial del Comercio y el de Monterrey (ayuda al desarrollo), en los cuales se busca un mayor acceso a los mercados para los países pobres y que no se subvencionen los productos que exportan las naciones ricas.

Los gobiernos no reconocen que una liberación global y descontrolada de los mercados no da lugar a un desarrollo equitativo y justo o sostenible desde un punto de vista ambiental.

Responsabilidad corporativa

- Se acuerda la promoción de la responsabilidad corporativa.

No se establece un término para la implantación de un marco legal sobre las responsabilidades ambientales y sociales de las corporaciones (originalmente se propuso sin éxito que éste se fijara para el 2005).

Algunas palabras finales al respecto de la Cumbre de Johannesburgo 2002

Resulta por demás difícil determinar el grado de éxito o fracaso del evento. La reunión fue clausurada por un lado con una muy moderada satisfacción de la Organización de las Naciones Unidas y de algunas delegaciones, por otro lado, con críticas y frustraciones de los países en vías de desarrollo, pero sobre todo de las organizaciones no gubernamentales, quienes abiertamente señalan que la conferencia fracasó, con la falta del establecimiento de medidas y fechas para promover el desarrollo sostenible.

En cuanto a los resultados políticos, se materializaron en una debilitada Declaración y un plan de acción poco ambiciosos, donde los países asumen “una responsabilidad colectiva para hacer avanzar y reforzar la interdependencia y soporte mutuo entre los pilares del desarrollo sostenible —desarrollo económico, desarrollo social y protección al medio ambiente— a nivel local, nacional, regional y global” (Pujol, 2002:14). Señala que aparte de un compromiso de luchar contra la pobreza, en el Plan de Acción sólo destacan el objetivo de reducir las poblaciones sin agua potable y el saneamiento de las aguas residuales para el año 2015. En cambio, entre las críticas destacan la no inclusión de objetivos concretos para fomentar las energías renovables.

El concepto “desarrollo sostenible”

La expresión “desarrollo sostenible” es de uso común hoy en día. Como asegura Bifani (2007), “[...] se ha generalizado y ha llegado a ser una palabra fetiche, una consigna para políticos y gobiernos, un mandato para las organizaciones internacionales y un *slogan* para los ambientalistas” (p. 114); el concepto es ciertamente complejo y requiere de algunas consideraciones.

“Desarrollo Sostenible” o también “Desarrollo Sustentable” es una traducción de la expresión inglesa “*Sustainable Development*”, y es aquí donde habrá que poner atención en las diferencias, ya que, *sustainable* no tiene la misma connotación que el término español *sostener* o *sustentar*, cuyo significado es “mantener firme un objeto, prestar apoyo, mantener una cosa en un medio o lugar sin dejarlo caer o haciéndolo muy lentamente, sufrir, tolerar o conservar una cosa en su ser o estado” (Bifani, 2007: 119). Estos dos términos están también en el vocablo inglés, pero este último tiene una connotación dinámica positiva: “*to keep going continuously, endure without giving way* [...] mantener la marcha, resistir sin ceder, perseverar en el esfuerzo” (Bifani, 2007: 119). Con estas ideas podemos fácilmente observar que la intención en idioma inglés es la de mostrar dinámica, que avanza; mientras que en español la idea tiende más a entenderse como la búsqueda de que algo no caiga, es decir, de carácter estático. La diferencia es muy fina pero nítida, y puede resultar de importancia en discusiones asociadas al término (Bifani, 2007).

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) define al desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas” (Bruntland, 1987: 2). Cabe señalar que la definición ha sido ampliamente criticada por su ambigüedad y contradicciones; nada en el mundo de la física puede crecer indefinidamente. Asimismo, otras confusiones provienen de términos que se han utilizado simplemente intercambiándolos por desarrollo sostenible, como lo precisan Boada y Zahonero (1998): “[...] ‘uso sostenible’ se aplica únicamente a los recursos renovables: significa que se utilizan en proporciones que están dentro de la capacidad de renovación [...] una ‘Economía Sostenible’ es el producto del desarrollo sostenible. Mantiene la base de recursos naturales y puede continuar el desarrollo adaptándose y mejorando los conocimientos, la organización, la eficiencia, la técnica” (pp. 170-172).

Ahora, con lo mencionado anteriormente, es posible establecer algunas conclusiones útiles:

El pensamiento tiene una gran cantidad de críticos y muchos falsos simpatizantes porque cuestiona directamente el corazón del pensamiento económico moderno: el crecimiento incesante como necesidad que insiste que no hay problema en ser cada vez más rico, ya que siempre habrá recursos y oportunidades para reparar los daños.

Lo que se percibía como una idea propia de los países desarrollados por un medio sano y agradable, hoy es un problema de alta complejidad, comprendida de manera diferente por todos los grupos sociales. La diferencia básica en la interpretación de la crisis medioambiental entre los países desarrollados y los no desarrollados parece ser el nivel de bienestar. Para los primeros se centra en la calidad de vida, ya que los niveles de supervivencia han sido desde hace mucho ostensiblemente superados, mientras que en los países no desarrollados, y dentro de una gama de variables, la preocupación medular es como hacer uso de los sistemas naturales para acelerar el desarrollo y el crecimiento; aun conscientes de los peligros ambientales que asechan, hay que enfrentar la tarea urgente o inmediata de superar la pobreza.

Es preocupante observar que no obstante el enorme conjunto de conocimientos tecnológicos hoy disponibles, los indicadores llaman a una cada vez mayor brecha entre pobres y ricos. La falta de acceso al conocimiento científico-tecnológico se muestra como uno de los mayores obstáculos para lograr el desarrollo sostenible. Es causa de conflictos sociales, políticos y económicos que muchas veces son motivos para la carencia de una vida digna de grandes grupos humanos.

Algunos problemas relativos al deterioro medioambiental (como el deterioro de la capa de ozono y la gestión de residuos) se originan mayoritariamente de la dinámica del consumo en los países desarrollados, de tal suerte, que son, mejor dicho, efectos de la sociedad sobre el medio. Para otros grupos de seres humanos que duramente logran sobrevivir, la misma problemática apenas se percibe o carece de sentido.

En los países subdesarrollados los problemas relativos al medio ambiente surgen de la presión ejercida por las necesidades más elementales y la ignorancia, donde sus habitantes presos de lo inmediato buscan extraer recursos más allá de las posibilidades del entorno.

Por último, cabe agregar dos reflexiones finales; primera, el constatar que la sociedad se sensibiliza cada vez más ante el hecho de que el ser humano vive en sistemas diferentes, pero estrechamente interconectados, y que cualquier acción trasciende fronteras e ideologías; segunda, que la atención a los impactos producidos por la mano del hombre, requiere de una estrategia global coordinada que posibilite el desarrollo sostenible, y cuya meta simple, pero más importante, es un mundo más justo y digno para todos.

Productos y sostenibilidad

La comprensión del papel que juegan los productos de la industria en el desarrollo sostenible nos demanda un acercamiento al sistema actual de la producción y el consumo.

Las empresas o productos absorben y transforman un conjunto de recursos provenientes del medio ambiente, ya sea como energía o como materiales para convertirlos en bienes que buscan satisfacer las necesidades de los consumidores, sean éstas básicas o creadas. Los productos cuyo uso puede ser desde sólo unos instantes a uno muy prolongado, pasan finalmente a ser residuos, y como tales, arrojados al ambiente, donde se reconvierten a través de diversos procesos en nuevos recursos, lo que en teoría cierra el ciclo. Sin embargo, los procesos pueden ser muy lentos dependiendo de las características de los residuos, esto es, de su grado de acumulación en el medio, de la capacidad de éste para descomponerlos, y claro, de su composición química; a todo este proceso le llamamos reciclaje.

Se da también otro tipo de reciclaje que consiste en recuperar parte de los residuos, y directamente incorporarlos al proceso de producción y utilizarlos para fabricar nuevos productos.

Podemos observar que en términos amplios, las actividades de producción de satisfactores ejercen una presión doble sobre el medio ambiente, primero para extraer recursos, y después para deshacernos de los desechos resultantes del uso y vertido de los productos. Ambos extremos están fuertemente relacionados, ya que (obviando la presencia de recursos destinados al almacenaje, la especulación, los productos intermedios y los de consumo) el flujo de desechos al medio es igual al flujo de recursos que extraemos de él, en otras palabras, lo que extraemos lo hemos de desear

simplemente por la ley de Conservación de la Materia y la Energía. De esta manera: si aumentan la cantidad de bienes-satisfactores presentes en la sociedad, la demanda de recursos para fabricarlos también habrá aumentado, lo mismo que la cantidad de residuos a ser atendidos. Ese aumento en la obtención de materia y energía elevará la presión sobre los no recursos renovables y tenderá a explotar en exceso a los recursos renovables. Al tiempo, una mayor cantidad de residuos podrá superar la capacidad de absorción del medio haciéndolo cada vez más lento en este proceso. Así, ya sea por la intensidad en la extracción de recursos o por el aumento en las cantidades y cualidades del vertido la situación, se torna claramente insostenible.

Ahora bien, si trasladamos lo explicado a una situación de escala planetaria, no resulta difícil obtener conclusiones inquietantes en el mejor de los casos, tal como señala Almenar (1993), desde principios del siglo xx el Producto Mundial Bruto (PMB) ha multiplicado treinta veces el flujo de bienes de servicios, lo que ha demandado un incremento de energía en quince veces y aumentado por doce veces las emisiones de bióxido de carbono provenientes de los combustibles fósiles. Todo con graves impactos para el entorno global, y provocando al tiempo una situación inaceptable.

¿Qué respuestas tenemos al problema? Han sido muchas y de todo tipo, no es la intención de este documento exponerlas. Aquí revisaremos algunos conceptos que pueden resultar útiles hacia el diseño de los productos y los procesos más respetuosos del medio ambiente. Tal es el caso del ecosistema natural y ecología industrial.

Principios naturales en la ecología industrial

La ecología industrial parte de una idea realmente simple: si la biosfera se ha mantenido estable a lo largo de millones de años, podemos establecer analogías que nos permitan mantener también estables a los sistemas industriales.

Partimos de la idea de que los organismos tienen como características la de obtener materia y energía del entorno mediante un complejo sistema de reacciones químicas que se producen al interior de sí mismo, y que llamamos *metabolismo*. En las primerísimas épocas de la historia de la vida en la tierra, las células primitivas obtenían sus nutrientes de moléculas orgánicas

del medio exterior. La energía se originaba en el proceso de fermentación, y de este último resultaba etanol y dióxido de carbono. Entonces los recursos eran tan abundantes y la vida tan escasa, que los seres vivos prácticamente no impactaban sobre la cantidad de los recursos potenciales; de esta manera, los procesos de los seres vivos eran independientes de los flujos de materiales de otros procesos. Así denominaremos un sistema desestructurado y donde los flujos de materiales son lineales; este es el funcionamiento de un ecosistema tipo I, donde los recursos y los residuos son casi ilimitados (figura 1).

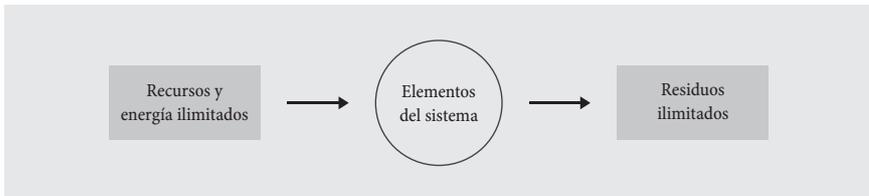


Figura 1. Ecosistema de tipo I.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Sapiña, 2001: 155.

El ecosistema de tipo I no fue estable a largo plazo, y al aparecer nuevos organismos capaces de reciclar el bióxido de carbono convirtiéndolo en azúcares, el flujo original se cerró y el sistema se estabilizó, dando lugar a que los procesos se interconectarán para organizarse en un ecosistema denominado de tipo II, en el cual se produce un reciclaje interno de residuos. También se observa un flujo de retroalimentación biológico dentro del dominio del ecosistema, y desde el dominio hacia el exterior del mismo (figura 2). En el ecosistema de tipo II los flujos de recursos se estructuran y dejan de ser lineales, aunque siguen siendo inestables y durarán hasta que se agoten los recursos o hasta que la acumulación de los residuos impida su funcionamiento.

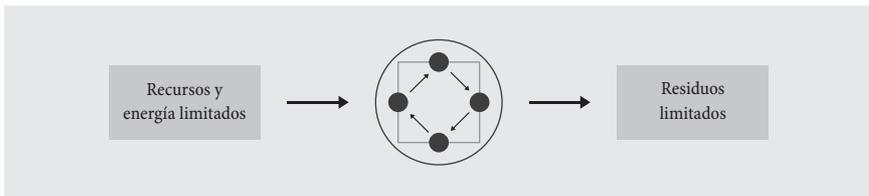


Figura 2. Ecosistema de tipo II.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Sapiña, 2001: 156.

El ecosistema de tipo II es mucho más eficiente que el de tipo I, aunque no es sostenible por un largo período, ya que los flujos tienen un solo sentido, lo que desgastará, y finalmente, agotará los recursos del sistema. Para que los ecosistemas se tornen sostenibles, han evolucionado a uno denominado de tipo III, donde los recursos y los residuos se encuentran indefinidos porque los residuos de un componente del sistema son recursos para otro; la única demanda de entrada de energía la satisface el Sol (figura 3).

En resumen, la evolución biológica ha resuelto condiciones de inestabilidad o de ciclos abiertos; ha desarrollado nuevos organismos que estabilizan el sistema y cierran los ciclos, al mismo tiempo que sustenta su funcionamiento basado en la luz del Sol. Estos son los dos principios básicos que hemos de aplicar al funcionamiento de los sistemas industriales.

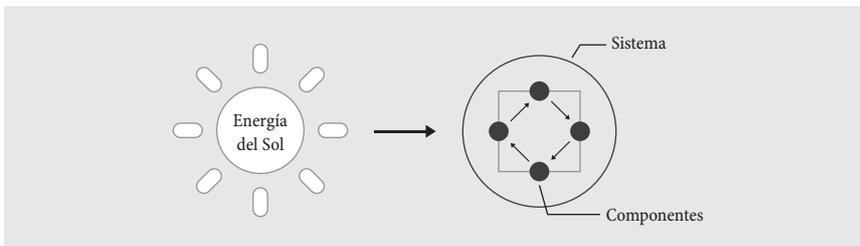


Figura 3. Ecosistema de tipo III. No hay residuos y sólo entra energía del Sol al sistema.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Sapiña, 2001: 157.

El ideal de uso de materiales y energía en los procesos productivos sería uno inspirado en un ecosistema de tipo III, y ahora es conveniente establecer una analogía entre las reacciones al interior de los organismos y las transformaciones que se realizan en la sociedad industrial. El *metabolismo industrial* equivale al conjunto de operaciones que transforma materiales en productos y residuos mediante el trabajo (energía) y para facilitar el análisis; una empresa podría usarse como unidad funcional, de tal manera que sería sencillo observar los flujos de materiales y energía determinando sus “fronteras”.

Sin embargo, existen algunas diferencias entre las empresas y los organismos vivos en un ecosistema; los organismos se reproducen; las empresas producen objetos o servicios, pero no otras empresas. Otra diferencia se da en la capacidad de cambio que hay en una empresa donde en la mayoría

de los componentes están especializados, y los cambios, si se producen, requieren larguísimos períodos de adaptación.

El sistema económico se puede resumir en un número de empresas que funcionan reguladas por una estructura político-legal común, formado además por trabajadores y consumidores; todo ello asentado en un lugar geográfico limitado. Esto permite el seguimiento de los flujos de materiales y energía.

La *ecología industrial* se puede definir de la siguiente manera: es el estudio de las interacciones entre los sistemas industriales y el medio ambiente, con el propósito de cooperar a la sociedad sostenible a través de la modificación del ecosistema industrial para mantenerlo dentro de las capacidades de carga del planeta.

Los logros obtenidos a través de la ecología industrial cooperarán a que la economía de los combustibles de origen fósil se sustituya por una economía de energía proveniente directa o indirectamente del Sol. El ciclo de los materiales abierto desde la Revolución Industrial, se cerrará, cambiando una economía de excesos por una economía de reducción, reutilización y reciclaje, lo que implica la implantación de procesos de producción de alta eficiencia, donde las metas más elevadas de operación serían que cualquier cantidad de energía usada en el proceso se traduzca en una transformación deseada, y que cada partícula de material forme parte de un producto útil, mismo que al terminar su ciclo de vida, todas sus partes y componentes sirvan para crear otro satisfactor.

Autores como Graedel y Allenby (1996), entre otros muchos, aseguran la imposibilidad de acceder a esas metas, pero la intención de establecerlas aquí es la de proponer nuevas estrategias para el diseño del producto dentro del proceso económico y de producción, todo orientado a cooperar al desarrollo sostenible.

Bibliografía

- ALMENAR, R. (1993). Cap una Societat Sostenible. *Medi Ambient. Tecnologia i cultura*, 6, 24.
- BIFANI, P. (2007). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Madrid: Ed. Iepala, pp. 105-108.

- BOADA, M. Y ZAHONERO, A. (1998). *Medi ambient, una crisi civilitzadora*.
Barcelona: Ed. La Magrana, pp. 170-172.
- BRUNTLAND, G.H. (1987). *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.
- CARSON, R. (1964). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Carat.
- EHRlich, P. (1968). *The Population Bomb*. New York: Ballantine Books.
- GRAEDEL, T.E. Y ALLENBY, B.R. (1996). *Design for Environment*. Upper Saddle
River, NJ: Prentice Hall.
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J. Y BEHRENS, W. (1972). *Los límites del
crecimiento*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- MUSCHETT, D. (1998). *Principios de desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR.
- PUJOL VIDAL, T. (2002). Johannesburg 2002. La cimera mundial sobre el
desenvolupament sostenible. *Revista CIDOB*, 84, 13-14.
- SAPIÑA, F. (2001). *Un futur sostenible? El canvi global vist por un químic preocupat*.
Valencia: Ed. Universitat de Valencia.
- SITARZ, D. (ED.) (1993). *Agenda 21: The Earth Summit Strategy To Save Our Planet*.
Boulder CO: EarthPress. Worldwatch Environmental Alert Series, pp. 31-32.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED)
(1992). *Agenda 21*. Río de Janeiro.

CAPÍTULO 2

Ecoeficiencia

Introducción

Es claro el reconocimiento al papel fundamental que tiene el proceso industrial con todas sus variables y constantes en la búsqueda de la sostenibilidad y el desarrollo; esto lleva a proponer una nueva relación entre el diseño, tanto de los productos como de sus procesos industriales con el medio ambiente. En esta nueva relación, muchos productos no corresponderán al nuevo orden y desaparecerán, así participaremos en innumerables cambios impulsados por la búsqueda de la sostenibilidad; habría que construir los escenarios para la nueva relación, proceso industrial y medio ambiente. Fussler y James (1999) proponen identificar las fuerzas impulsoras fundamentales de estas nuevas formas de relación y sus tendencias. Los mismos autores las señalan:

La demografía

Aunque la información no siempre está accesible y muchas veces es contradictoria, la tendencia es clara: el aumento en la población mundial y notables cambios en su ubicación y composición. La ONU señala que la población mundial doblará a la actual (1996) alrededor del año 2025 cuando alcance los 8.5 billones, y el crecimiento de la población del globo seguirá creciendo hasta finales de este siglo XXI, y este crecimiento se dará casi por completo en los países no desarrollados.

La población se desplazará de sus orígenes rurales a las grandes ciudades, lo que representará una enorme presión para las urbes ante nuevos habitantes, que en un corto período demandarán de satisfactores como vivienda y servicios de todo tipo.

La migración del campo a la ciudad también representa un cambio en la estructura cultural hoy vigente, y que de no ser resuelto por los gobiernos, producirán situaciones de conflicto.

Otro tipo de flujo migratorio —el que se da entre países— demandará soluciones innovadoras: “Dadas las tasas relativas de crecimiento poblacional y los ingresos per cápita, la presión migratoria se dirigirá del norte de África al sur de Europa, de América Latina a E.E.U.U., del este y sudeste Asiático a América del Norte y posiblemente a Japón y de la franja sur de las ex-repúblicas Soviéticas a Rusia” (WRI, 1995, citado por Fussler y James, 1999: 117).

Cada persona en el mundo demanda una vida digna y saludable y aspira legítimamente a la prosperidad. Mientras más elevada es esta percepción del bienestar material, mayores son las presiones para el medio ambiente.

La presión ambiental

Dentro de una gama de opiniones y matices, existe consenso en el mundo que el impacto que produce en el medio la actividad humana es insostenible. La relación con el entorno ha de cambiar sustantivamente si aspiramos a un futuro deseable.

Los problemas en el medio ambiente son muchos y todos interconectados; la Agencia Europea de Medio Ambiente (1995) señala una lista de los principales:

- Calentamiento de la Tierra.
- Adelgazamiento y reducción de la capa de ozono.
- Pérdidas de suelo y de aguas superficiales.
- Contaminación y pérdida de la calidad de aire.
- Residuos.
- Aguas del mar.
- Gestión de riesgo por accidentes y desastres naturales.
- Calidad del suelo.
- Naturaleza y biodiversidad.

Aunque todos los anteriores problemas se revisten de enorme importancia, si nuestro objetivo es una vida sostenible, tendremos que asegurarnos de no consumir materiales y energía de forma más rápida de lo que tarda

la naturaleza en generarlos, además de no desecharlos más rápidamente del tiempo que el medio pueda absorberlos, ¿hay un límite de la naturaleza para ello?, todo parece indicar que así es, ¿lo podemos medir?

El tema se debate desde principios de los años setenta, cuando el Club de Roma presentó “*Los límites del crecimiento*” (Meadows y otros, 1972, citado por Bifani, 2007), donde se muestra un escenario donde la escasez de materiales en un futuro crearía situaciones críticas en el mundo; el trabajo entonces fue desacreditado, y aunque en términos generales el modelo no se cumplió, la problemática sigue siendo muy relevante, y los límites de la naturaleza están presentes en los foros de todo el mundo.

La principal preocupación en este tema son los límites de la naturaleza para proveer de alimentos a la humanidad. Los detractores de esta idea señalan que los pensadores como Malthus se han equivocado anteriormente y que la tecnología puede en su momento resolver el problema; esto se puede leer entre líneas: “podemos crecer los límites”.

Fernando Sapiña (2001) en su libro *¿Un futuro sostenible? (Un futur sostenible?, título original)* señala que no hay ninguna época de la humanidad de la cual pudiéramos sentir nostalgia, pero no cabe duda que situaciones de hambruna en países pobres pueden acelerar el malestar y resentimiento sin dar tiempo a la tecnología para acometer el problema (si esto, en una forma hipotética, pudiera solucionarse así), lo que daría lugar a incontables enfrentamientos sociales. La situación, como las otras medioambientales, sólo pueden dirigirse a una gestión de los recursos de la naturaleza y a una distribución más equitativa de los mismos.

Claude Fussler (1999) examina como la tercera fuerza impulsora del cambio a la Creación de Valor:

Hace pocos años todavía la mayor parte del valor económico se manejaba por organizaciones occidentales. Hoy el valor está migrando tanto entre zonas geográficas como al interior mismo de las cadenas de valor. Esto se muestra si observamos a las economías de más rápido crecimiento que se encuentran en Asia con lo que se espera que en un período de décadas superen en tamaño a la del Japón y la de los Estados Unidos de América. La integración de la economía mundial y las comunicaciones cada vez mejores permiten también cambios en las cadenas de valor, trasladando constantemente actividades industriales que buscan las mejores ofertas de mano de obra barata y ubicación estratégica.

Por otra parte la migración del valor afectará a los productos y a sus diseños; esto es que habrá un desplazamiento de valor “físico” al valor del “servicio” que prestan. Esto demandará innovación constante con productos “desmaterializados”, menos intensos en el tipo de materiales usados para su fabricación, así como también a su forma de utilización y desecho.

Ahora bien, hemos visto en el capítulo 1 cómo la historia en la búsqueda por la sustentabilidad ha pasado por varias etapas, desde unos turbulentos años sesenta con Rachel Carson casi trabajando en la clandestinidad, pasando por los setenta, donde se pregonaron los “límites del crecimiento” y se asumió que las restricciones en el uso de materiales y energía serían un serio obstáculo para el bienestar, muchas veces recomendando la vuelta a la forma de producción preindustrial como la mejor alternativa. En los años ochenta se da un cambio sustancial hacia una sostenibilidad que ahora mostraba la posibilidad de situaciones provechosas para todos, es decir, del hecho de tomar una acción que cumpla con más de un beneficio a la vez; esto como una característica del desarrollo sostenible donde se centrará en la identificación y promoción de las estrategias que contribuyen simultáneamente a cumplir con los objetivos tanto del desarrollo como los del medio ambiente, lo cual resulta en apoyos más amplios y decididos por parte de los actores sociales involucrados. Sin embargo, un gran obstáculo para el convencimiento e implementación del trabajo hacia la sostenibilidad es la complejidad y volumen de su literatura, lo cual requiere del desarrollo de un discurso dirigido en términos comprensibles para todos. La Asociación para la Protección de la Naturaleza (Gladwin, 1992) establece que la sostenibilidad es un equilibrio entre tres “seguridades”, como un término que contrapone al peligro y a la incertidumbre (figura 4).

- *Seguridad ecológica.* Se mantienen en funcionamiento continuo los sistemas naturales, lo que permite, por un lado, la producción de los alimentos necesarios en lo cuantitativo y lo cualitativo, y por otro lado, preservar la salud a través del aire puro y el agua limpia, esenciales para el ser humano y las demás especies del ecosistema.
- *Seguridad en la provisión de recursos.* Se traduce como la disponibilidad de alimentos, materiales y energía en las cantidades necesarias, y ubicados donde son necesarios a un costo accesible. La manera como

hasta hoy se han gestionado los recursos del planeta pone en riesgo esta provisión de recursos y energía.

- *Seguridad socioeconómica*. Es una de las más altas aspiraciones de las seguridades, y se entiende como una situación donde no existe un alto índice de desempleo ni seguridad rampante, ni diferencias del ingreso insultantes, ni analfabetismo, ni amenazas a la salud. Si bien puede parecer un estado idílico para muchos, de no cumplirse éste, se ponen en riesgo las otras dos seguridades.

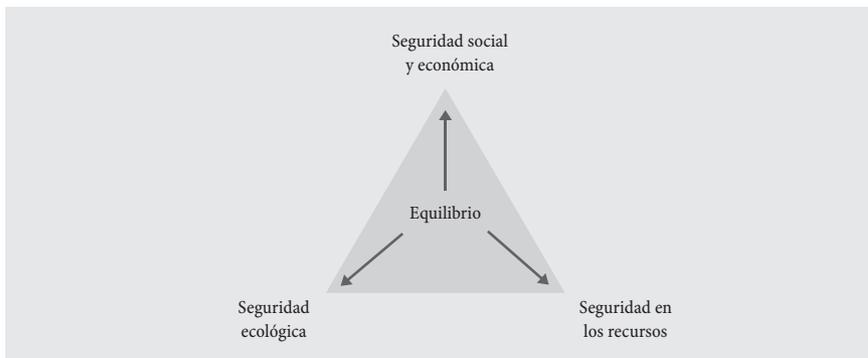


Figura 4. El equilibrio de las tres seguridades para la actividad humana.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Fussler y James, 1999: 132.

La misma Asociación para la Protección de la Naturaleza traslada este esquema a los términos del flujo de la producción industrial (figura 5):

- Seguridad socioeconómica como Calidad de Vida,
- Seguridad ecológica como Cuidado Ambiental y
- Seguridad en la provisión de recursos como Bienes y Servicios.

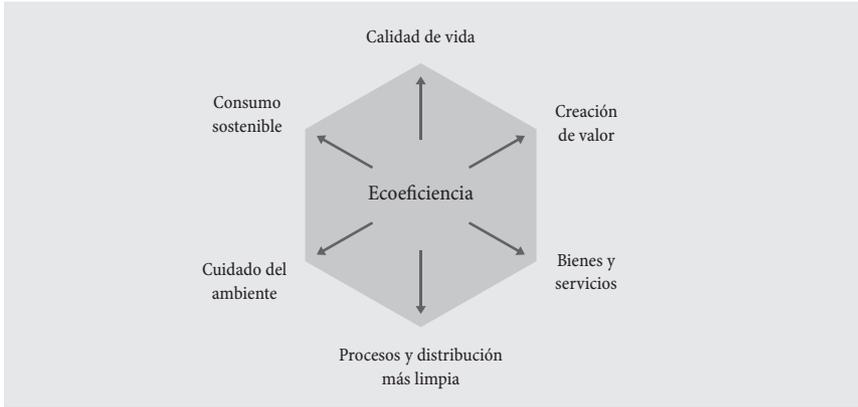


Figura 5. Las tres seguridades de la ecoeficiencia.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Fussler y James, 1999: 138.

¿Qué es ecoeficiencia?

La necesidad de instrumentos y herramientas que permitan dirigirse hacia la sostenibilidad en términos de objetivos a cumplir dentro de una organización o institución, apareció a principios de los noventa, y desde entonces se han dado diversos intentos por definirla, aunque la que propone el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) es la más conocida y usada. El WBCSD es una agrupación de más de cien empresas de 33 países, la cual es reconocida en el medio como una voz autorizada que define la ecoeficiencia así: “The delivery of competitively-priced goods and services that satisfy human needs and bring life cycle, to a level at least in line with earth's estimated carrying capacity” (OECD, 1998, citado por Arne, s/a).

Diversas aproximaciones al término se muestran por autores de las lenguas catalana y castellana, que refieren en lo esencial a lo arriba expresado. Tal es el caso del Centro para la Empresa y el Medio Ambiente, el cual entiende que principalmente la *ecoefficiencia* es una filosofía de gestión que anima a realizar mejoras ambientales y que al mismo tiempo lleven beneficios económicos.

Por sus características, la ecoeficiencia se puede resumir en producir más con menos. Utilizar menos recursos y menos energía durante el proceso productivo, reducir desechos y atenuar al impacto ambiental. Sus beneficios

se pueden traducir en la promoción de la innovación y en la disminución de costos.

En suma, la ecoeficiencia ha surgido como respuesta empresarial al deterioro ambiental y su necesidad de supervivencia; a pesar de ser una filosofía reciente y en franca evolución, ésta es una visión a futuro que ha irrumpido en el medio empresarial del mundo con el potencial para ser el instrumento fundamental a través del cual las organizaciones pueden contribuir a los fines del desarrollo sostenible.

Objetivos de la ecoeficiencia

Los objetivos de la ecoeficiencia según Macia (1999) son:

1. *La reducción del consumo de recursos.* Disminuir la cantidad de energía empleada, uso mínimo y racional de los materiales procurando también cerrar su ciclo de vida; menos uso de agua y menos cantidad de suelo. Promover un aumento en la durabilidad del producto y favorecer su reciclaje.
2. *La reducción del impacto sobre la naturaleza.* Minimizar las emisiones a la atmósfera y de los contaminantes del agua, la correcta disposición de residuos, la prevención de la dispersión de las sustancias tóxicas, y siempre privilegiar el uso de recursos renovables sobre los no renovables.
3. *Incremento del valor del producto o servicio.* Generar más beneficio para el usuario por medio del aumento de su funcionalidad, pertinencia, flexibilidad de uso y compatibilidad con otros productos.
4. *Sistema de gestión ambiental.* Implementar un sistema de gestión ambiental integrado al funcionamiento de la empresa; permite identificar y manejar los riesgos que amenazan la sostenibilidad.

Al respecto, el presidente de WBCSD, Bjorn Stigson, propone que la ecoeficiencia promueva la mayor competitividad y actitud innovadora de las empresas, así como también elevar su conciencia y responsabilidad ambiental. Stigson resalta la importancia de producir más bienes y servicios con menos gastos de recursos; de aquí depende que la ecoeficiencia se puede

definir como “la medida del monto relativo de contaminación o recursos necesarios para producir un objeto o servicio”. Es decir que para aumentar la ecoeficiencia, más bienes materiales o inmateriales, que respondan a necesidades reales de alta calidad y utilidad para la sociedad, deberán producirse con un menor consumo de recursos y energía mientras se generan la menor cantidad de residuos.

En este punto nos encontramos con la necesidad de medir. ¿Cómo medimos la ecoeficiencia? ¿Cómo reconocer la efectividad de los esfuerzos de una organización hacia la sostenibilidad?

Medición de la ecoeficiencia

Arne Eik (s/a) señala que la ecoeficiencia es el cociente entre el valor de lo que se produce (ingresos, bienes y servicios, etc.) y la suma de los impactos al medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida (figura 6).

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{Valor de los productos o servicios}}{\text{Suma de los impactos ambientales de los productos o servicios durante su ciclo de vida}}$$

Figura 6. La relación de ecoeficiencia.

Fuente: Arne Eik, s/a: 3.

Así pues, si deseamos mejorar el valor de la ecoeficiencia de un producto o servicio, deberemos aumentar el valor del mismo, y simultáneamente disminuir los impactos que genera el ambiente durante su ciclo de vida.

Víctor Macia (1999), por su lado, propone que “[...] la ecoeficiencia no es más que el cociente (ratio) entre una medida económica y una medida tipo ambiental” (p. 26).

Beneficios de la ecoeficiencia

Las organizaciones no gubernamentales, industriales, comerciales y gobiernos que forman la European Partners for the Environment (EPE), concuer-

dan en establecer tres posibles escenarios futuros donde pueden desarrollarse las actividades económicas:

- Una rápida y atinada respuesta tecnológica permite atajar los problemas medioambientales que amenazan con desbordarnos, lo que ofrece un entorno sano y sostenible. Las fuertes economías de Europa permiten mantener esta situación.
- Los problemas medioambientales poco a poco se van mostrando en toda su magnitud, para lo cual se desarrollan estrategias económicas, políticas y científico-tecnológicas que permiten a la sociedad enfrentar el problema.
- Los problemas de degradación del medio ambiente son ya desastrosos, y a la situación supera ya la capacidad de reacción de los gobiernos; la sociedad civil realiza acciones comunitarias basadas en la conciencia y la solidaridad.

Nadie puede asegurar si el futuro se presentará como uno de estos escenarios o una mezcla de ellos, la única certeza es que las instituciones, empresas y las personas que las forman, tendremos que cambiar a ser más ecoeficientes y responder de la mejor manera a la situación que se presente. La orientación hacia la ecoeficiencia es un enfoque correcto para las empresas hacia sus aportaciones sustantivas de la sostenibilidad, pero sobre todo es un fuerte impulso para la creatividad y la innovación, que se traducen en los siguientes beneficios:

- Ahorros en energía y materiales.
- Aumento significativo en la calidad de los productos y servicios.
- Simplificación de procesos de producción.
- Ahorros en el control de la contaminación comparados con las soluciones aplicadas al final del producto.
- Mayor competitividad a través de la aplicación de tecnologías mejoradas.
- Reducción de los riesgos y mejoras en las condiciones de trabajo.
- Mejor imagen de las empresas a ojos de la comunidad donde se asientan.
- Participación en mercados emergentes para productos ecoeficientes.
- Disminución de las presiones provocadas por las leyes medioambientales.

- Mejora en la actitud de los trabajadores de las organizaciones a través de su participación en las propuestas hacia la sostenibilidad.

Ahora bien, aunque el concepto de ecoeficiencia es muy joven aún, ya podemos encontrar resultados tangibles de su aplicación exitosa en empresas, como en los casos de 3M (USA), Volkswagen, Dow Chemical y otros más (Weizsäcker, Hunter y Lovins, 1997), donde se pueden observar beneficios como los anteriormente mencionados.

Indicadores de ecoeficiencia y sus criterios

La ecoeficiencia persigue muchas metas, tales como mejorar la calidad de vida en las comunidades donde sucede, fortalecer y crear nuevos valores, y promover mejoras medioambientales, entre otras muchas más. Debido a las características tan diferentes entre ellas, es alta la dificultad para encontrar criterios e indicadores que nos ayuden a determinar el logro o no de los objetivos de la ecoeficiencia. Parece que la respuesta no es un solo tipo de criterios e indicadores, sino el desarrollo de toda una variedad de ellos que permitan su aplicación dependiendo de los intereses de un grupo en especial. Macia (1999) anota al respecto:

Es lógico pensar que pueden haber unos indicadores que sólo explicarán la realidad concreta y específica de un sector o rama de la actividad, pero hay diferentes experiencias que están intentando definir unos indicadores más genéricos y universales y que puedan ser aplicables a cualquier empresa de productos o servicios o en la economía en general [...] (como el efecto invernadero y la acidificación [...]) (p. 30).

Así pues, los indicadores de ecoeficiencia cumplen una función muy importante: la de informar a la opinión pública, empresarios e interesados acerca del funcionamiento de las políticas de las empresas u organizaciones en términos económicos y ambientales.

No obstante su generalidad, la WBCSD propone siete ejes de interés para guiar el desarrollo de indicadores (Torres, s/a):

- Minimización de la intensidad en los materiales usados para los bienes y servicios.
- Minimización de la energía usada para la fabricación de los bienes y prestación del servicio.
- Minimización de la dispersión de tóxicos.
- Promoción de la reciclabilidad de materiales.
- Maximización del uso de recursos renovables.
- Extensión de la vida útil del producto o servicio.
- Intensidad en el servicio.

Los cuales deben cumplir con ser:

- Comprensibles para todos los involucrados.
- Calculables.
- Flexibles a los cambios.
- Confiables.

Para lograr los criterios marcados contamos ya con una serie de estrategias como la producción más limpia, la reingeniería de procesos, la eficiencia energética y el ecodiseño, entre otros más. Pero para mejores resultados, la aplicación de estas herramientas e instrumentos no deberán ser aislados, sino una búsqueda de la mejor combinación de las mismas, y apoyadas en cuatro acciones básicas que son:

1. *El rediseño de los procesos.* Buscar la reducción en el consumo de recursos, disminuir los flujos de contaminantes hacia el exterior del sistema, favorecer el uso de materiales reciclados, mejorar la disposición adecuada de residuos y el aumento de la seguridad.
2. *Revaloración de los procesos.* Promover la sinergia en el tejido industrial donde los subproductos y los residuos de unos puedan ser materia prima aprovechable para otros; buscar el objetivo de *zerowaste*.
3. *El rediseño de los productos.* El correcto diseño del producto resulta crucial para la ecoeficiencia, tanto para favorecer una mayor funcionalidad del mismo como para una revisión de los impactos que harán al medio durante su ciclo de vida; una magnífica oportunidad para optimizar la selección de materiales y procesos involucrados,

así como para ofrecer productos fáciles de ser tratados para su reuso o reciclado.

4. *El replanteamiento de los mercados.* Una nueva manera de comprender y actuar sobre las necesidades de los usuarios. Se busca redireccionar hacia la sostenibilidad a los proveedores e influir sobre las empresas competidoras.

Conclusiones sobre la ecoeficiencia

Para finalizar, cabe decir que la ecoeficiencia ha recibido críticas por parte de autores diversos como McDonough y Braungart (1998), quienes señalaron que el término y su interpretación de hacer “más con menos” ya ha sido usado anteriormente; señalan que tal es el caso de Henry Ford y sus esfuerzos para lograr la disminución de costos mediante el reciclado, entre otras políticas de producción. McDonough expone que aunque bien intencionado el concepto de ecoeficiencia, poco impacta en los medios de la producción porque trabaja con el mismo sistema que causa el problema; el resultado así será exactamente el contrario que si las empresas aplican estrategias de uso y minimización de materiales reciclados con productos que no están diseñados para producirse así, los resultados no serán sino el empobrecimiento de la calidad de los mismo. Los autores mencionados proponen una nueva industria enfocada en el diseño del producto, cosa que no sucede en la ecoeficiencia. El reto no es mezclar los sistemas naturales y los técnicos, sino incrementar el uso de materiales que puedan ser absorbidos por los ciclos naturales, como sería el caso de los plásticos biodegradables.

La ecoefectividad sólo busca diferenciarse de la ecoeficiencia, determina que este último es útil, en niveles de economía-micro; se plantea como una relación entre la ecoeficiencia sobre el volumen de productos o servicios (figura 7).

$$\text{Ecoefectividad} = \frac{\text{Ecoeficiencia}}{\text{Volumen}}$$

Figura 7. Relación de la ecoefectividad.

Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo, podemos decir que la producción de un vehículo de altas prestaciones de ecoeficiencia se produciría y distribuiría en grandes cantidades, lo que cooperaría a disminuir el interés por parte de la sociedad hacia medios de transporte colectivos.

La misma novedad y amplitud del término ecoeficiencia provoca interpretaciones diferentes, pero después de una revisión de las mostradas aquí, creemos que van más allá de los aspectos de reciclado y minimización de materiales. El desarrollar una estrategia de ecoeficiencia demanda un trabajo sano y coordinado a todos los niveles de las empresas; las decisiones al interior de la estrategia pueden ubicarse en un amplio espectro, desde meras aportaciones tangenciales a los proyectos, como sería la selección de la tinta para imprimir embalajes, hasta la modificación o el nuevo emplazamiento de una planta manufacturera, con la intención de disminuir su impacto sobre un ecosistema frágil.

Las formas de medición de la ecoeficiencia son un problema central del tema. Si entendemos que se trata de agregar el valor de un producto o servicio con menos detrimento del medio, el reto principal no está en la medición del “impacto” (que implica una alta complejidad por sí misma), sino en el concepto de “valor”; podríamos pensar en una empresa que a través de la ecoeficiencia supera su plan de ventas aunque su personal se encuentre menos motivado ante la nueva estrategia, ¿realmente mejoró su ecoefectividad?

Las críticas hacia la ecoeficiencia pueden ser importantes, y tal vez esta opción no sea la óptima hacia la sostenibilidad, pero representa una invitación en sus términos para que el tejido industrial, con todas sus variantes en el globo, se concienticen de su responsabilidad en el tema y participen activamente en detener el deterioro medioambiental.

Bibliografía

- AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (AEMA) (1995). *Environment in the European Union*. Copenhagen Dinamarca.
- BIFANI, P. (2007). *Medio Ambiente y desarrollo sostenible*. Madrid: Ed. Iepala, pp. 105-108.
- EIK, A. (s/a) *Eco efficiency*. NTNU. Industrial Ecology Programme [en línea]. Recuperado de www.ntnu.diva-portal.org/smash/get/.../fulltext01 [consultado el 17 de mayo de 2001].

- FUSSLER, C. Y JAMES, P. (1999). *Eco-Innovación. Integrando el medio ambiente en la empresa del futuro*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- GLADWIN, T. (1992). *Building the Sustainable Corporation*. Washington: National Wildlife Federation.
- MACIA, V. (1999). El reto de la ecoeficiencia. *Revista EimA*, 2. Recuperado de <http://junres.gencat.net/eima/pdfs/castellano/2focus.pdf>
- MCDONOUGH, W. Y BRAUNGART, M. (1998, octubre). The next Industrial Revolution. *The Atlantic Monthly Review*, 282 (4), 82-92.
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J. Y BEHRENS, W. (1972). *Los límites del crecimiento*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (1998). *Eco-Efficiency*. OECD.
- SAPIÑA, F. (2001). *Un futur sostenible? El canvi global vist por un químic preocupat*. Valencia: Ed. Universitat de Valencia.
- TORRES, P. (s/a). La ecoeficiencia: una puerta abierta a la creatividad y la innovación. *Revista Win Empresa*, pp. 15-19 [en línea]. Recuperado de http://www2.medioambiente.gov.ar/ciplycs/documentos/archivos/Archivo_91.pdf
- WEIZSÄCKER, U.E., HUNTER LOVINS, L. Y LOVINS, A.B. (1997). *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Barcelona: Galaxia Gutenberg. Círculo de lectores.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). *World Resources 1994-1995*. Oxford University Press.

CAPÍTULO 3

La gestión medioambiental

Introducción

El concepto actual del desarrollo, centrado en el crecimiento económico sin restricciones, contrasta con la limitada capacidad de soporte que ofrece nuestro planeta para satisfacer nuestras necesidades.

En la búsqueda de una mejora del medio ambiente a través de la optimización de los procesos de producción y distribución, encontramos diversas propuestas de grupos interesados o de los mismos actores del problema. De entre las propuestas, como la más prometedora se encuentra la ecoeficiencia.

La ecoeficiencia tiene como objetivo cooperar a la sostenibilidad a través de tres áreas de actuación: gestión medioambiental de la empresa, producción más limpia y ecodiseño que busca mejoras al producto con fines ambientales (figura 8). Las tres estrategias se describen en los siguientes capítulos.

La mejora de la actuación de la organización en el medio ambiente se obtiene de la misma manera que con otras funciones de la empresa, como son ventas o finanzas, y requiere de una cuidadosa planificación y atención al proceso, para lo cual un sistema de gestión ambiental es imprescindible. Así pues, un Sistema de Gestión Medioambiental (SGM) establece objetivos a lograr, organiza los recursos de la empresa, establece los procedimientos y selecciona las herramientas. El desarrollo de un SGM se centra en la mejora constante de la actuación ambiental de la empresa mediante el control y reducción de sus impactos al medio.

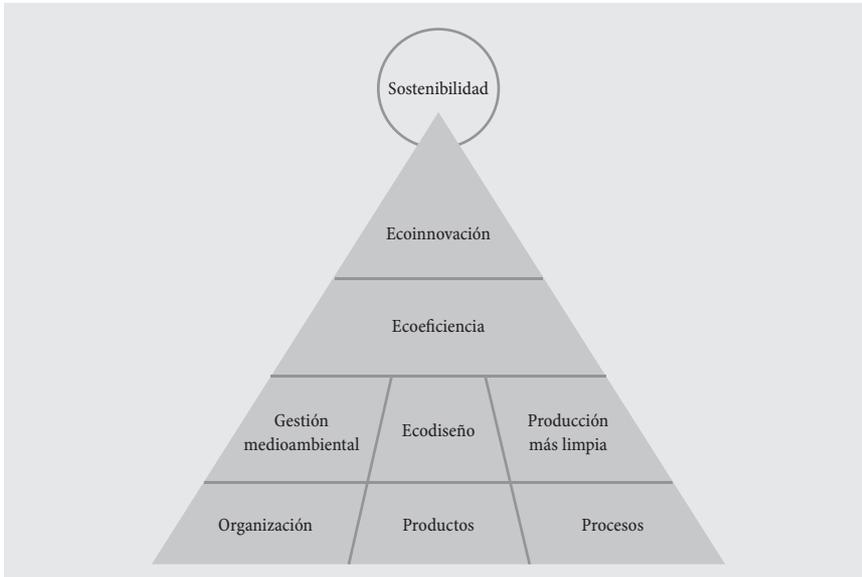


Figura 8. La ecoeficiencia dentro de las estrategias en la producción hacia la sostenibilidad. Fuente: Elaboración propia basada en lo presentado por el “Grupo de diseño y evaluación ambiental” de la UPV, en el VI Congreso Internacional de Proyectos de Ingeniería, 2002.

El IHOBE (2000) señala que “la gestión medioambiental es la gestión de las actividades de la empresa que producen, han producido o que puedan producir un impacto sobre el medio ambiente”. En la ISO 14001, “*medio ambiente*” se define como “el entorno en el que opera una organización, incluyendo el aire, el agua, el terreno, los recursos naturales, la flora y fauna, los seres humanos y su interrelación” (Roberts y Robinson, 1999: 76).

Así pues, entendemos que el resultado buscado a través de la gestión medioambiental es la reducción de los impactos que produce una organización en el medio a través del control de los aspectos de sus operaciones que causan, o podrían causar impactos en el medio ambiente. Las actividades económicas suponen modificaciones significativas en el medio ambiente durante la fabricación de productos, en sus actividades asociadas al proceso de fabricación en sí, como también en la extracción de materias primas, el mantenimiento, el embalaje y transporte. Al terminar su ciclo de vida la gran mayoría de los productos se desechan para convertirse en residuos, lo que supone además un impacto al medio ambiente. Lo mismo sucede con los suministros y los servicios.

Los sistemas de gestión medioambiental pueden ser formales y estar normalizados como son los casos de ISO 14001 y el EMAS; o pueden ser informales, como un programa interno de reducción de residuos; o bien, todas las actividades no documentadas con las cuales una organización se relaciona con el medio.

Cabe señalar que los SGM se encuentran influenciados o pueden influenciar de manera importante a los sistemas de gestión de calidad implantados en una empresa, ya que los dos son mecanismos que proporcionan un proceso sistemático y cíclico de mejora continua, que comienza con la implantación de un plan, para después pasar a la observación y modificación del mismo. De mantenerse constante el ciclo generará mayores beneficios para la empresa, y claro, para el ambiente.

Además, los SGM son una teoría documentada y estructurada que responde a las regulaciones y a los requisitos de los consumidores en relación a temas medioambientales. Desde los años sesenta ha habido un creciente interés al respecto del impacto que resulta de las actividades de los seres humanos, reflejándose este hecho en amplios sectores de la sociedad, como es el caso de gobiernos o autoridades, quienes muestran su preocupación acerca de los problemas medioambientales a través de diversos hechos, entre ellos, la promulgación y vigilancia en el cumplimiento de estándares, normas y leyes que buscan respeto del entorno.

Hoy prácticamente todas las organizaciones se enfrentan con regulaciones de carácter medioambiental. Por lo que en muchas ocasiones la capacidad de respuesta de una empresa a las normas medioambientales podrán ser la diferencia entre permanecer o no en el mercado. Las compañías que mejor prevengan, planifiquen y se preparen para atender las regulaciones, serán las que prosperen; a corto o a largo plazo e independientemente de su tamaño, tendrán que cumplir con diferentes leyes de protección al entorno, y el mejor camino para hacerlo con éxito es desarrollando un sistema de gestión medioambiental.

Ahora bien, elaborar un sistema de este tipo es un trabajo arduo para los gestores del SGM (que pueden ser los mismos integrantes de la empresa); se requiere tiempo para la planificación, implementación y control del proyecto, así como también de recursos y asesores especializados. El sistema pasará por diversas fases de maduración, las cuales comienzan con la formación de un inventario de las regulaciones y demandas de los consumidores en

temas medioambientales y que atañen a la empresa. Este inventario pasa a manos de los gestores, quienes evalúan y ordenan el inventario elaborando una lista de temas específica para la compañía. Con base en la lista, la empresa definirá las características de su política medioambiental y las metas a alcanzar. Éste es, con toda propiedad, el punto de partida para el diseño del sistema de gestión medioambiental (figura 9).

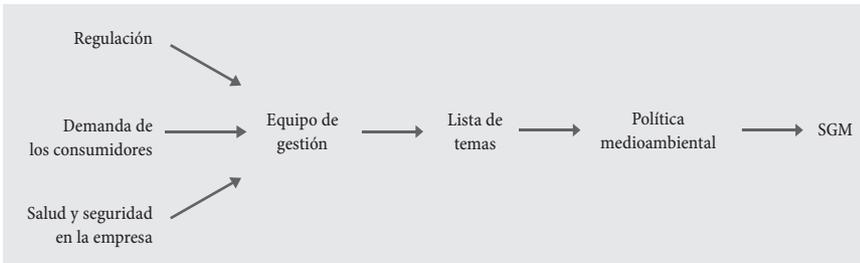


Figura 9. Las fases de maduración hacia un sistema de gestión medioambiental.

Fuente: Elaboración propia.

El SGM que se desarrolle en la empresa habrá de cumplir con objetivos muy parecidos a los de un sistema de gestión de calidad convencional, ya que éste no es más que la prolongación de los objetivos ya buscados por una compañía competitiva, en torno a la calidad, productividad y mejora en los costos de sus productos. De la misma manera, también se ha demostrado que es un eficiente instrumento de comercialización; aquí un atractivo más de esta estrategia para las organizaciones productivas y de servicios.

Beneficios en un sistema de gestión medioambiental

Implantar y dar seguimiento a cualquier SGM eficiente tiene las siguientes ventajas:

1. *Conformidad con las regulaciones.* Permite estar siempre listos para una revisión o auditoría.

2. *Conformidad en las demandas de los compradores y usuarios.* Atender la sensibilidad del mercado al respecto del medio ambiente produce beneficios para la organización, tanto económicos como de imagen ante la comunidad.
3. *Más eficiente uso de los recursos.*
4. *Calidad superior.* Al buscar mejorar la calidad medioambiental de los productos, también se obtienen mejoras con otras de sus funciones, y que en un principio de la implantación del sistema pueden parecer como ajenas a las cuestiones del entorno.
5. *Mejores niveles de seguridad en el trabajo.*
6. *Lealtad aumentada.* Formar parte de una empresa con un SGM reconocido lleva a un incremento de la satisfacción personal en los integrantes de la organización.
7. *Sólidas relaciones con los proveedores.* Un aspecto importante en SGM completo y maduro es el traspaso de sus objetivos a los proveedores, quienes al realizar muchas de las fases de la producción, también tendrán responsabilidades en el proceso. Esto promueve mejores relaciones entre la empresa y sus proveedores.
8. *Producción y transferencia de tecnología.* Al desarrollar un SGM, una empresa también puede generar transferencia de tecnología que resultará de interés para otras organizaciones del mismo sector, lo que puede promover tratos de compra-venta de paquetes tecnológicos o establecer alianzas.

Cada empresa que decida desarrollar o implementar un SGM descubrirá que su sistema tiene características únicas que le permitirán obtener más beneficios de los que se han mencionado aquí.

El movimiento internacional de protección al medio ambiente como impulsor de la gestión medioambiental

La simpatía despertada en la sociedad hacia el movimiento medioambiental es uno de los principales impulsores del desarrollo de una norma internacional para los SGM. Una de las características más notables en el movimiento

es su carácter mundial, ya que en mayor o menor medida, en todos los países y sin importar su desarrollo, los grupos ambientalistas aumentaron su poder político. Europa fue el continente donde se mostraron en forma muy nítida con el nacimiento de los partidos “verdes”, cuya oferta política giraba en torno a promover la legislación para proteger el entorno natural, y su fuerza aumentó en forma espectacular durante los años ochenta, lo que presionó a los gobiernos de la región para responder de diversas maneras a la pérdida de los recursos naturales, la contaminación, temas relativos a la población y el impacto de la industrialización desmedida.

Hacia los años noventa el peso político de los partidos verdes comenzó a descender por varias razones, entre ellas una mayor atención de la población a otros temas como la violencia, el desempleo y la recesión económica. Sin embargo, se ha alcanzado a influir de manera sustancial en las políticas nacionales, que ahora se reflejan en:

- La sensibilización de la población acerca de asuntos como el consumo responsable y el impacto al medio.
- Formación de una burocracia y un aparato regulatorio acerca del medio ambiente.
- Desarrollo de una estructura de apoyo académico y de investigación que busca responder con diversos métodos operativos y herramientas para la mejora del entorno.

Gracias al debate entre la sociedad y la industria en torno del problema de la contaminación, por ejemplo, la población hoy día reconoce que la mejora en el nivel de vida, basada únicamente en el consumo, tiene necesariamente impactos negativos en el medio ambiente. El gran problema es el conseguir la armonización entre el desarrollo y el entorno.

Asimismo, las empresas se encuentran con que las regulaciones a las que se han de ajustar no son sino reflejo de las preocupaciones de la comunidad, por lo que una táctica que se muestra adecuada para lograr aprobación social de las empresas es la implantación de un SGM.

Normatividad

Atendiendo las presiones de sus comunidades y las necesidades crecientes del comercio internacional, los gobiernos de muchos países buscaron la formación de una norma internacional. Siguiendo el mismo criterio para la formación de las normas 9000, la Organización Internacional de la Normalización (ISO) puso su atención en otra norma británica denominada BS 7750, la cual trata la gestión medioambiental dentro de una empresa. Cabe decir que fue desarrollada por el Instituto de Normalización Británico y se publicó en 1992, siendo la primera norma nacional para los sistemas de gestión ambiental. En esos momentos se pensó que la BS 7750 sería adoptada como ISO 14000, tal cual como sucedió con la norma para los sistemas de gestión de calidad que prácticamente intacta se tornaría en la ISO 9000 (Roberts y Robinson, 1999).

Sin embargo, la BS 7750 no se convirtió en la ISO 14000 por muchas razones, pero la principal, según los especialistas, fue una falta de flexibilidad que la hacía inaceptable a los países de la comunidad mundial fuera de Europa, en especial a los Estados Unidos de América. Con estos antecedentes se propuso que se desarrollase la serie ISO 14000, donde la BS 7750 sería tomada sólo como modelo para la norma final. La ISO nombró el Comité Técnico 207 (TC 207).

Así pues, cuando ocurre la formación de los TC 207, se plantearon una serie de principios para el desarrollo de una norma internacional para los sistemas de gestión del medio ambiente, y que conforman su objetivo principal. Estos se resumen de la siguiente manera (Clemens, 1999):

- Gestión avanzada del medio ambiente.
- Desarrollo de normas pragmáticas y científicamente probadas.
- Elaborar normas de coste efectivo, no prescriptivas y flexibles. Que añadan un valor a las empresas que las adopten.
- Disuadir la utilización de la norma como barrera comercial.
- Armonizar la norma internacional con las locales y las nacionales.
- Evitar fijar niveles específicos de ejecución del trabajo, metas y objetivos.
- Desarrollar una norma de gestión medioambiental que pueda usarse con fines de certificación.
- Evitar que las normas requieran la divulgación confidencial de las empresas.

- Desarrollar normas consensuadas para beneficio de las partes.
- Armonizar y minimizar las normas para evitar gastos innecesarios.

El TC 207 tiene como actividad principal el normar todos los instrumentos y sistemas dentro del sistema de gestión medioambiental, y trabaja conjuntamente con otros comités en el desarrollo y revisión de normas; es el caso del TC 176, que atiende la ISO 9000 profundamente relacionada con la ISO 14000 (véase apartado “ISO 14000”). También el TC 207 se divide en subcomités y grupos de trabajo con tareas que se hacen más específicas según se profundice en el desarrollo de una norma (por ejemplo, etiquetaje medioambiental).

ISO 14000

La serie ISO 14000 es un conjunto de normas voluntarias que constituyen un modelo uniforme para un sistema de gestión medioambiental (ISO, 1996, citado por Roberts y Robinson, 1999). La familia ISO 14000 se ocupa entonces de cuestiones relacionadas con el medio ambiente e incluye las siguientes:

NORMA 14001. Sistemas de Gestión Medioambiental (SGM): Especificaciones y guión de uso.

NORMA 14002. SGM: Pautas sobre aspectos especiales relacionadas con pequeñas y medianas empresas.

NORMA 14004. SGM: Pautas generales sobre los principios, sistemas y técnicas de apoyo.

NORMA 14010. Pautas para auditorías medioambientales: Principios generales de auditorías medioambientales.

NORMA 14011. Pautas para auditorías medioambientales: Procedimientos de auditoría, 1ª parte: Auditoría de sistemas de gestión medioambiental.

NORMA 14012. Pautas para auditorías medioambientales: Criterios de cualificación para auditores medioambientales.

NORMA 14013/15. Pautas para auditorías medioambientales: Programas de auditoría, revisiones y evaluaciones.

NORMA 14020. Etiquetas y declaraciones medioambientales: Principios generales.

- NORMA 14021. Etiquetas y declaraciones medioambientales: Etiquetaje medioambiental; Autodeclaración de demandas medioambientales; Términos y definiciones.
- NORMA 14022. Etiquetas y declaraciones medioambientales: Demandas medioambientales; Autodeclaración de demandas medioambientales; Símbolos.
- NORMA 14023. Etiquetaje medioambiental: Autodeclaración de demandas medioambientales; Metodología de comprobación y verificación.
- NORMA 14024. Etiquetaje medioambiental: Etiquetaje medioambiental tipo I; Principios y procedimientos.
- NORMA 14031. Evaluación de la actuación medioambiental: Pautas.
- NORMA 14032. Informe técnico tipo III; Gestión medioambiental; Evaluación de la gestión medioambiental; Estudios de casos como ilustración del uso de la ISO 14031.
- NORMA 14040. Evaluación del ciclo de vida: Principios y marco de trabajo.
- NORMA 14041. Evaluación del ciclo de vida: Análisis inventarial del ciclo de vida.
- NORMA 14042. Evaluación del ciclo de vida: Evaluación de los impactos.
- NORMA 14043. Evaluación del ciclo de vida: Interpretación.
- NORMA 14049. Informe técnico tipo III: Gestión medioambiental; Evaluación del ciclo de vida; Ejemplo de la aplicación de la ISO 14041.
- NORMA 14050. Términos y definición de la gestión medioambiental.
- NORMA 14061. Informe técnico tipo III: Guía de ayuda para organizaciones forestales sobre el uso de la ISO 14001 e ISO 14004.

La más conocida de estas normas es la ISO 14001, que es la primera de la serie, y especifica los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión medioambiental. ISO 14001 es una norma voluntaria que está dirigida a ser aplicable a “organizaciones de todo tipo y dimensiones y albergar diversas condiciones geográficas, culturales y sociales” (Roberts y Robinson, 1999: 91). Esta norma se aplica a cualquier empresa que desee mejorar y demostrar a otros su actuación medioambiental mediante un SGM certificado. La ISO 14001 no marca requisitos de actuación medioambiental, salvo el requisito de compromiso de la mejora continua y la obligación de cumplir la legislación y regulación que atañan al sistema. Esta norma, especifica los requisitos del propio sistema de gestión, que si se mantiene adecuadamente

cooperará a reducir de manera importante los impactos al medio. Conviene recordar que un Sistema de Gestión Medioambiental no es un fin en sí mismo, es una herramienta de gestión que nos ayuda a reducir, y si es posible, eliminar los impactos medioambientales perjudiciales ocasionados por la actividad industrial, productos y servicios, más que para corregirlos una vez ocurridos (IHOBE, 2000).

Reglamentación EMAS

No obstante que la serie ISO 14000 es la única norma internacional para un SGM, hay otras formas que prescriben requisitos para estos sistemas. Una de las más reconocidas es el EMAS II en que se aprobó un Reglamento de la Comunidad Europea (publicado el 24 de abril del 2001) de participación voluntaria de las compañías de los sectores industriales en un Programa Europeo de Ecogestión y Ecoauditorías (EMAS). Asimismo, el EMAS requiere que los estados miembros establezcan estructuras administrativas de apoyo para el programa, y permite que las empresas participen a propia iniciativa.

En cuanto al objetivo general del EMAS II, es cumplir con la obligación de la Comunidad Europea de desarrollar una política con el medio ambiente y el desarrollo sostenido, como estipula el *Tratado de Maastricht* firmado en 1992. EMAS II reconoce que la industria tiene su propia responsabilidad para gestionar el impacto medioambiental de sus actividades, por lo cual deberá:

- Adoptar un enfoque activo en este campo.
- Prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación especialmente en su fuente de origen.
- Asegurar una gestión sólida de los recursos.
- Emplear tecnologías limpias o más limpias.

EMAS señala que esta responsabilidad exige que las compañías implanten sistemas de gestión medioambiental efectivos, incluyendo entre otras cosas, una política medioambiental, unos objetivos, unos programas y facilitación de información al público sobre la actuación que se denomina “declaración medioambiental”; todo dirigido a una mejora continua razonable.

La certificación de un SGM conforme la norma ISO 14001 es un paso previo a EMAS II; así, una empresa que disponga del certificado conforme a ISO 14001, podría ir al Reglamento y sólo necesitaría que el verificador medioambiental comprobase las diferencias entre los requisitos de la Norma y los del Reglamento y validase la declaración medioambiental.

Bibliografía

- CLEMENS, R. (1999). *Guía Completa de las Normas ISO 14000*. Barcelona: Ed. Gestión 2000.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO) (1996). *ISO 14001. Environmental Management Systems specifications with guidance for use*. Ginebra.
- ROBERTS, H. Y ROBINSON, G. (1999). *ISO 14001 EMS*. Madrid: Ed. Paraninfo.
- SOCIEDAD PÚBLICA DE GESTIÓN AMBIENTAL (IHOBE) (2000). *Alcance, implicaciones y beneficios de un sistema de gestión ambiental*. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

CAPÍTULO 4

Producción más limpia (P+L)

Introducción

El desarrollo de la industria se dio dentro de un marco histórico y social en el cual el impacto ambiental producido por sus actividades poco o nada importaban. Esto cambió en la última década del siglo XIX, cuando la industrialización se tornó masiva y los daños al ambiente resultaron evidentes, pero sobre todo, cercanos a las zonas habitacionales.

A los efectos locales de la actividad industrial (como zonas degradadas y ríos contaminados), se sumaron otros de mayor presencia (como la lluvia ácida), e incluso podemos ya hablar de efectos a nivel planetario (como la destrucción de la capa de ozono y la pérdida de biodiversidad). En muy poco tiempo la empresa industrial ha pasado de una situación de gran tolerancia, a una de atenta observación social y de estricto control por parte de los gobiernos.

La práctica demuestra que para lograr disminuir el impacto ambiental producido por la industria, no basta con hacer más rigurosa la ley que corresponde, sino que también son necesarias acciones administrativas basadas en criterios de progreso y continuidad hasta lograr objetivos específicos y viables. Las medidas administrativas proveerán de actuaciones paralelas así como las informáticas, las económicas o las financieras, que harán más fácil el cumplimiento de la normatividad para la industria.

A partir del reconocimiento por la industria de los impactos que produce durante sus actividades, se han practicado varios modelos que buscan abatir esos daños:

1. *Remedio de los daños producidos.* Es el modelo más antiguo y el menos deseable, su objetivo es atender los efectos de la actividad industrial, y no las causas de los problemas. Ejemplo de ello son los esfuerzos para la recuperación de la diversidad de la fauna y de suelos erosionados.
2. *Tratamiento de contaminantes de fin de proceso.* La actuación se realiza en las etapas finales del proceso, con lo que se evita que los contaminantes salgan sin control del flujo industrial, pero no se ataca su generación. Ejemplo de estas acciones son el uso de filtros para aguas residuales.
3. *Prevención de la contaminación en su origen.* Aquí incluiremos a actuaciones, como la producción más limpia y la valorización de subproductos.
4. *Sistemas ecológicamente sostenibles.* El modelo parte de la innovación en productos y procesos buscando maximizar los recursos, siempre manteniéndose dentro de la capacidad de recuperación del planeta.

Dentro de la industria persiste la tendencia a enfrentar el problema ambiental mediante el tratamiento a contaminantes al fin del proceso. Esta solución pretende no afectar el proceso productivo, pero sin duda encarece los productos. Desde hace unos años se ha criticado esta actitud reactiva, buscando cambiar a una proactiva, es decir, que la atención se dé en el punto donde se genera el contaminante. La adopción de esta actitud crece en la industria, aunque las empresas con mayor vocación competitiva muestran que la integración temprana de una correcta gestión medioambiental permite conseguir posiciones ventajosas con sus competidores.

El concepto “*Producción más limpia*” (P+L) nació dentro del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año de 1989. El mismo programa reunido en 1996 la definió así: “La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada dentro de los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos y el medio ambiente” (Rigola, 1998: 12). La P+L se aplica a:

- Los procesos de producción (conserva las materias primas y la energía, elimina las materias primas tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos).
- Los productos (reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto desde la extracción de materias primas hasta su disposición final).

- Los servicios (incorpora la preocupación ambiental al diseño y suministro de servicios).

Hasta hoy la P+L ha encontrado su principal aplicación dentro de los actuales procesos de producción, ejecutando acciones que permiten disminuir las corrientes residuales, lo que conlleva al mejor rendimiento de los recursos empleados y la seguridad, consiguiendo simultáneamente la economía del proceso.

Antecedentes históricos de la P+L

Los antecedentes más claros de la P+L son la minimización de residuos y la prevención de la contaminación. Sin embargo, podemos encontrar otros desde los años de la Revolución Industrial siempre con fines de puro ahorro económico.

Como menciona Miquel Rigola (1998) “siempre ha habido empresarios que han tenido claro que la reducción de los residuos y la mejora de los rendimientos suelen andar asociados” (p. 21).

En sus inicios la presión para que se controlasen los residuos industriales se concentraba en los flujos de salida de las cervecerías, destilerías y tenerías, principalmente por las molestias que provocaban en sus alrededores. Las normas legales de aquellas fechas impulsaban el tratamiento de los residuos, no la reducción de la contaminación, política que va a permanecer vigente hasta hace muy pocos años.

Al aumentar la producción de las empresas, a mediados del siglo XIX, también aumentó la acumulación de residuos, lo que representaba un riesgo de carácter sanitario para los núcleos urbanos cercanos, así que entre las primeras acciones para disponer de estos residuos, fue darles salida como fertilizantes cuando así fuera posible. No obstante, industriales innovadores lograron, con base en sus crecientes habilidades técnicas, revalorar ciertos residuos y reincorporarlos como materia prima para otros procesos, como fue el de la recuperación de amoníaco de la industria del carbón, del cual, además, se obtenían subproductos útiles en el tratamiento de la madera y de la construcción.

Otro factor que influyó esta reducción inicial de los residuos fue el impacto que produjo la propuesta de “Gestión Científica” abanderada por

Frederick Winslow Taylor (1856-1915), que centraba sus esfuerzos en hacer más eficiente al racionalizar la operación industrial. Al mismo tiempo el efecto de la notoria presencia de los desechos industriales y municipales impulsó la gestión de residuos en los países desarrollados, pero sin ocuparse de disminuirlos.

La inquietud de los años sesenta, al respecto del problema ambiental, no se materializó en nuevas acciones, sino hasta fines de los setenta, cuando se produjo la “Declaración sobre tecnologías de bajo o ningún residuo y la utilización y reciclaje de residuos” (en E.U.A., 1979). En ese país, una reglamentación medioambiental exigente llevó a las empresas a procurar el tratamiento de flujos residuales. El esfuerzo se vio disminuido en sus resultados, debido a que aunque se redujesen las cantidades de contaminantes, fuera de las instalaciones siempre se generaban nuevos y diferentes residuos. Para mediados de los ochenta, la discusión acerca del manejo de desechos provocó que instituciones de aquel país, como el Congreso y la Environmental Protection Agency (EPA), hicieran públicas sus propuestas para la atención de la contaminación por residuos. Es así como la EPA presentó sus alternativas a manera de reporte al Congreso, denominado “*Minimization of hazardous wastes*” (Minimización de residuos peligrosos, en español), el cual recibió severas críticas, ya que manejaba al mismo nivel como opciones al tratamiento, el reciclaje y la reducción en origen. El resultado de las propuestas fue que los generadores de residuos peligrosos fueron obligados a establecer un programa para disminuir la cantidad y la toxicidad de sus flujos de salida basados, además, en la medida de lo posible, en suprimir su generación. La EPA norteamericana definió a la minimización de residuos como “el esfuerzo organizado, sistemático, comprensivo y continuado para reducir la generación de residuos peligrosos”.

Es interesante observar que la misma oficina consideró la disposición final sólo como la última opción. La dinámica alcanzada por el tema produjo también un salto cualitativo; de ser un asunto de minimizar corrientes contaminantes al medio, pasó a la “prevención de la contaminación”, que no era idea nueva, pero sí era importante la generalización del concepto.

En 1990 se define a la política de prevención en los Estados Unidos como “cualquier práctica que redujese la cantidad de cualquier sustancia peligrosa o contaminante que entra en cualquier corriente residual y se emita al ambiente (incluyendo las emisiones fugitivas) antes de su reciclaje,

tratamiento o disposición”, esto incluye todo tipo de descarga en cualquier medio.

En Europa (aunque ya desde los setenta se encuentran antecedentes), en los años 1987 y 88, Suecia y Holanda desarrollaron programas en forma separada con el objetivo de explorar y mostrar los objetivos económicos y ambientales en la reducción de residuos líquidos y gaseosos. También se tuvo éxito en demostrar que pequeñas acciones podían reportar impactos positivos para las empresas, y prácticamente sin costes notables.

Desde 1988 la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) y PNUMA aplicaron un programa de producción más limpia en quince países en vías de desarrollo, para el cual se basaron en experiencias europeas y en otro que se aplicó en la India. Los canales para este esfuerzo son como elementos reproductores del programa en otros países. El programa se concentra en los sistemas de producción existentes que son susceptibles de cambios para reducir residuos y mejorar los rendimientos, lo que permite aumentar la competitividad del proceso.

La producción más limpia y conceptos similares

La minimización de residuos, la prevención ambiental, el análisis del ciclo de vida, la ecología industrial y la ecoeficiencia son sólo algunos de los instrumentos de gestión que se han desarrollado al mismo tiempo que la P+L, así que es factible que sus definiciones y esfuerzos se superpongan; algunos comentarios aclaratorios ayudarán a evitarlo.

En principio, la minimización de residuos tiene como objetivo a los residuos riesgosos generados en un proceso, esto preferentemente a través de actuaciones en el lugar de la producción del residuo. Además, busca comprobar que la disminución de los residuos consigue también una mejor economía del proceso (figura 10).

Dicha minimización comienza con la identificación de los flujos de residuos tóxicos; una vez hecho esto, se siguen las líneas en sentido inverso al de la circulación hasta ubicar el origen de los contaminantes. A partir de esta información se establecerá la estrategia de minimización a aplicar (figura 11).

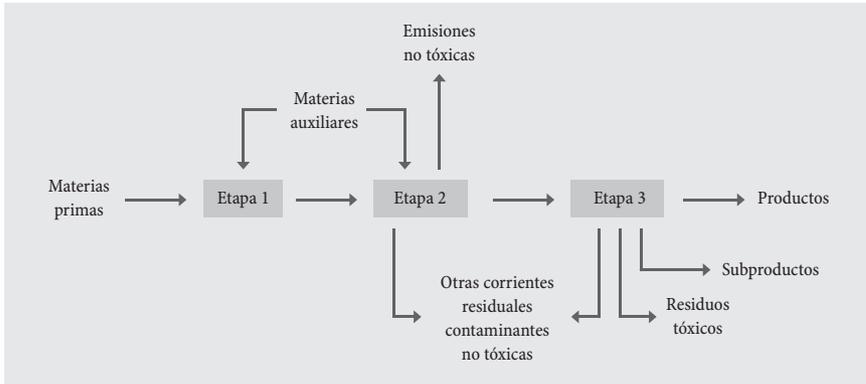


Figura 10. Diagrama del flujo de proceso.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 27.

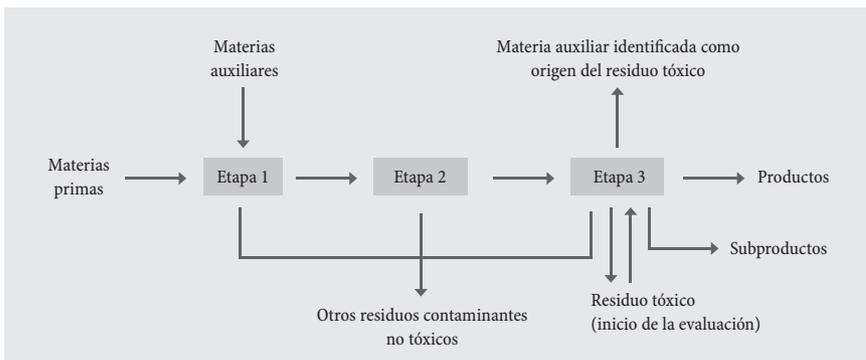


Figura 11. Evaluación de la minimización.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 28.

Ahora bien, la prevención ambiental es una ampliación del concepto de minimización. También sigue un análisis de los flujos retrocediendo en los mismos, pero esta vez iniciando el camino a partir de cualquier corriente residual sin importar su peligrosidad. Se sigue la línea de flujo hasta identificar su origen.

La P+L analiza los diagramas de flujo en las dos direcciones iniciando su curso desde las entradas y las salidas de las corrientes del proceso. Se observa la energía consumida, las materias primas y agua utilizada o cualquier otra

entrada, con vistas a considerar una posible mejora en el rendimiento de la transformación o transferencia, de la misma manera como se hace con las corrientes residuales analizadas a contracorriente para minimizarlos (figura 12).

En cualquier evaluación de P+L se busca conseguir una optimización integral del proceso que se traduzca en beneficios económicos y ambientales. Otra ventaja de la aplicación de la P+L se consigue al ubicar etapas intermedias de baja eficiencia, ya que estas ineficiencias se reproducen y amplían al agregarse las de los procesos posteriores, formando una cascada de eficiencia insatisfactoria. Al analizar el proceso desde su inicio, busca su optimización completa y no sólo las etapas que generan el residuo.

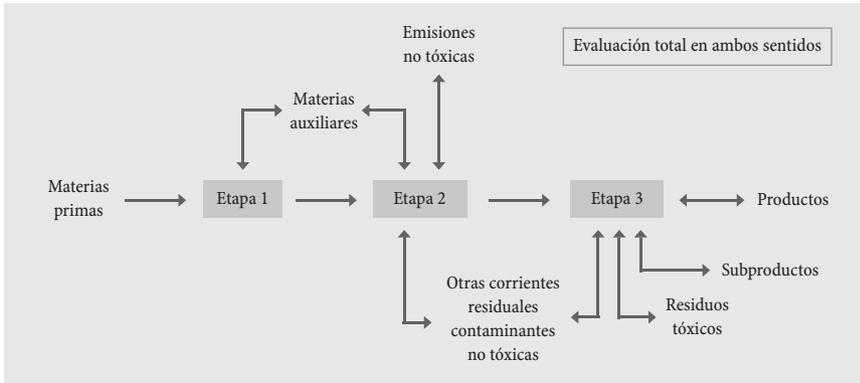


Figura 12. Evaluación de producción más limpia.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 29.

Algunas actuaciones paralelas hacia la producción más limpia

Simultáneamente a la P+L encontramos diversos conceptos y acciones que también buscan disminuir el impacto de las actividades industriales sobre el medio. A continuación se mencionan los más importantes.

El metabolismo industrial

El metabolismo industrial se describe como “un conjunto integrado y completo de los procesos físicos que convierten la materia prima, la energía y el trabajo, en productos acabados y residuos en una condición más o menos estable, en el que el control estabilizante lo aporta el componente humano” (Ayes y Simonis, 1994, citado por Rigola, 1998: 41).

El metabolismo industrial busca establecer una analogía entre las actividades industriales y los organismos biológicos en el entendido que ambos son sistemas que procesan materiales conducidos por un flujo de energía libre, además de que son ejemplos de sistemas disipativos, autoorganizado en estado estable, lejos del equilibrio termodinámico. Las ideas del metabolismo industrial son aplicables a diferentes escalas desde naciones enteras hasta entidades autoorganizadas como lo es una empresa; también puede enfocarse hacia los ciclos de los flujos de entrada o nutrientes como el ciclo hidrológico o el ciclo de carbono.

Ecología industrial

La ecología industrial se basa en una analogía de los sistemas industriales con los sistemas ecológicos naturales. Esta analogía ofrece algunas oportunidades para el análisis; en la cadena alimentaria de los sistemas biológicos, unos organismos son la fuente de nutrientes para otros, y los residuos producidos en el sistema sirven como fuente de energía para otro organismo. Se dice que la comunidad madura se comporta como un sistema de minimización de residuos, cuyos elementos básicos se discutieron en el apartado de “La producción más limpia y conceptos similares”. Asimismo los procesos y sistemas industriales no son componentes aislados, sino sistemas interactivos donde los residuos de otros procesos son susceptibles de ser empleados como flujo de entrada para otros.

Además, la ecología industrial busca un balance global entre todas las actividades. Comienza por orientar la búsqueda de un uso sostenible de los recursos naturales, y atiende el ciclo de vida completa de los productos y los servicios. La producción más limpia se incluiría en la ecología industrial como un elemento más de promoción de la producción y el consumo sostenibles.

Factor 4 y Factor 10

Se le llama Factor 4 al grupo de ideas lanzadas por un grupo ambientalista (1996) que señala posible el extraer el doble de eficiencia de un producto o servicio utilizando la mitad de los recursos que originalmente se demandan (Weizsäcker y otros, 1997). Esto es, obtener el doble invirtiendo la mitad de los recursos, simplemente corrigiendo la ineficiencia del diseño de los productos, sus procesos de producción y la forma de su distribución.

El grupo de autores muestra ejemplos donde se alcanza y supera la eficiencia de 4 a 1, y argumentan que los principales obstáculos para generalizar ese logro son de índole cultural, entre las que incluyen intereses financieros, resistencia al cambio, cualquiera que éste sea, y la falta de internacionalización de los costes ambientales.

Por otra parte el Club del Factor 10 va más lejos que el del Factor 4. Parte de señalar que la intensidad en el uso de la energía y los materiales en los países industrializados deberá reducirse dentro de los próximos 50 años. Además de que señala que esto es una condición ineludible para continuar el crecimiento económico. Para lograr la relación del Factor 10 las claves son: ecoinnovación, que incluye no sólo nuevas tecnologías, sino el acceso de todos a ellas; y una nueva organización y actitud de las organizaciones.

Especialistas como Muschett (1998) encuentran accesible el logro del Factor 4, pero también comparten su pesimismo al respecto del Factor 10, debido, principalmente, a que requiere un cambio cultural de enormes proporciones que el mismo Muschett equipara casi con una actitud de tipo religioso.

Contaminación cero

Propuesta por la ONU la “Iniciativa para la búsqueda de emisión cero”, llama a un rediseño de los procesos industriales que va desde la selección de las materias primas hasta el consumo del producto (UNEP, 2001).

Considera a los residuos como una evidencia de la baja eficiencia en el uso de recursos. El sistema económico no puede ser eficaz si genera residuos. El concepto *de la cuna a la tumba* debe de cambiarse por una expresión “cuna a la cuna” pensando que todos los residuos serán materia prima para otros procesos, tal cual como se observa en la naturaleza.

La P+L en los sistemas de la producción industrial y sus subsistemas

Sistema es todo un conjunto de componentes que actúan coordinadamente para conseguir un objetivo determinado. Una parte de un sistema completo muchas veces es un sistema por sí mismo, aunque de menos orden. A este último se le llama subsistema.

Hoy entenderemos por un “sistema de producción industrial” como un concepto amplio en el cual la transformación física no se considera de forma aislada, sino conjuntamente con otras funciones de la organización como el *marketing*, las finanzas o la capacitación.

Ahora bien, la fabricación de un producto se obtiene al transformar unas materias primas en productos tangibles. En los inicios de la fabricación industrial, la intervención del hombre era con sus propias manos, así el desarrollo de la maquinaria ha permitido paulatinamente el desplazamiento hacia la organización y la gestión de nuevas formas de producir. Como resultado de esta evolución, hoy podemos distinguir tres subsistemas susceptibles de evaluarse a través de la P+L (Rigola, 1998):

1. *El subsistema de transformación.* Las materias primas sometidas a condiciones físicas adecuadas, con aportación de materias auxiliares, y en particular de energía y de agua, se transforman para obtener un producto determinado (figura 13).

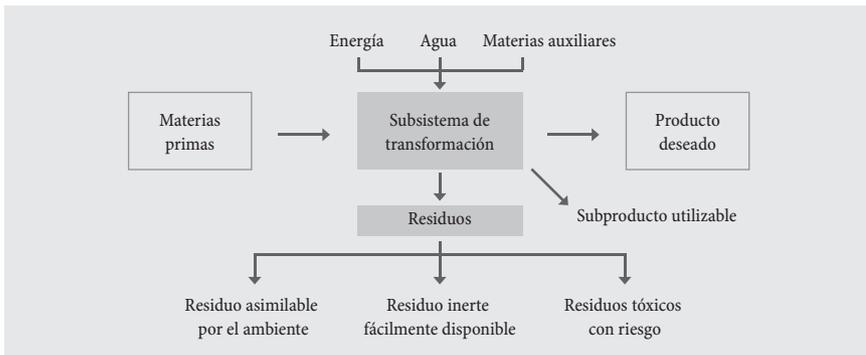


Figura 13. El subsistema de transformación.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 48.

Es inusual que un subsistema de transformación nos entregue un tipo de producto únicamente; en general resultan también subproductos que pueden ser valorados y utilizados en otros procesos. También encontramos residuos no utilizables que habrán de ser atendidos para su disposición, según sus características y peligrosidad.

2. *Las instalaciones o condicionantes físicas de la transformación.* El subsistema que se transforma requiere de condiciones mecánicas que se consiguen a través de otro subsistema físico (máquinas, instalaciones en nave industrial). Este subsistema crea el entorno y mantiene las condiciones físicas específicas para que tenga lugar la transformación deseada. Una instalación es un entorno físico, esencialmente mecánico, que crea las condiciones para la transformación (figura 14).

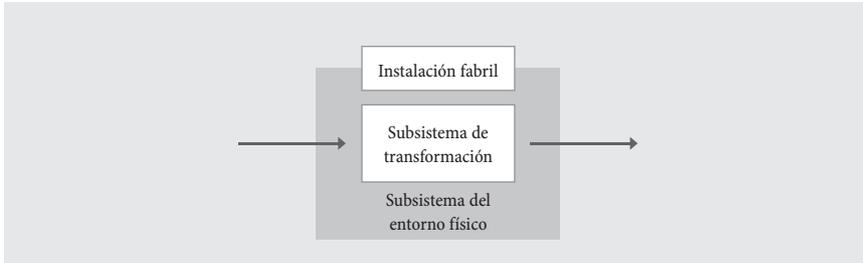


Figura 14. Instalación de la transformación.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 49.

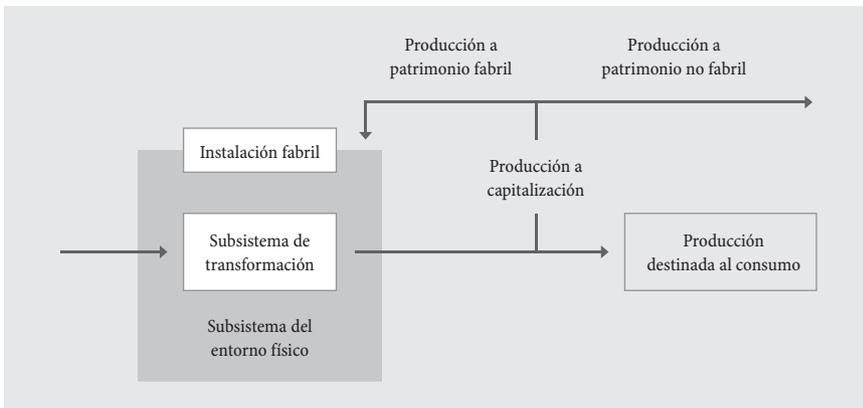


Figura 15. Destinos del subsistema global de la transformación.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 49.

3. *Organización y la gestión.* El sistema completo de fabricación de un producto incluye los tres componentes que se muestran (figuras 14, 15 y 16): el proceso de transformación, la instalación y el subsistema de organización y gestión.

Cada subsistema se diseña y construye mediante un proceso propio de concepción y ejecución. Cada uno de los tres componentes se proyecta a partir del conocimiento de la anterior: primero el producto, después la instalación donde se fabricará, y por último, la organización y sistema de gestión que dirige el funcionamiento de la instalación y permite obtener el producto. Cada subsistema es posible de ser optimizado en la fase final de diseño y es susceptible de ser mejorado una vez que se encuentra en operación.

La P+L se aplica a los tres niveles, aunque la complejidad de actuación aumenta cuando pasamos de la gestión al entorno físico, y aumenta todavía más en el campo de los materiales a transformar. De forma similar las inversiones necesarias aumentan también.

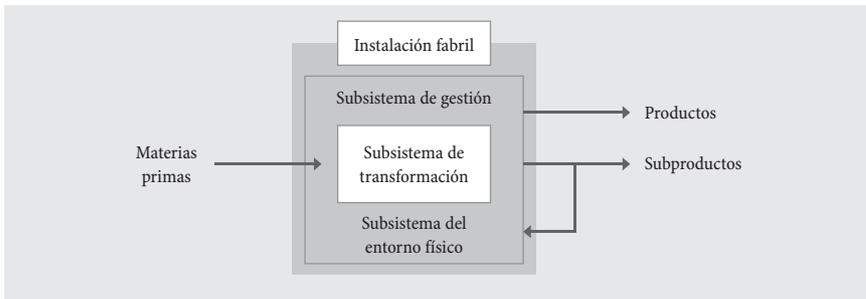


Figura 16. El subsistema de gestión.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rigola, 1998: 50.

Algunas intervenciones de P+L pueden limitarse a nivel de gestión de la producción, como puede ser la modificación de un procedimiento. Un ejemplo de ello se da en el manejo de pigmentos para materiales plásticos que son susceptibles de cambiar de condición al ser almacenados incorrectamente. Generalmente los gastos que esto conlleva son bajos o inexistentes.

Otras intervenciones implicarán el modificar las instalaciones, como sería el caso de subsistir una unidad de enfriamiento ineficiente o contaminante. Esta actuación puede requerir de importantes inversiones a la empresa.

Evaluaciones de P+L en la gestión medioambiental

El sistema de gestión medioambiental busca cumplir los objetivos marcados por la alta dirección en materia ambiental, y en especial la regulación que se aplica; esto es, busca armonizar los objetivos legales, económicos y ambientales de la organización. La P+L ofrece una ventaja inmediata al alcanzar el logro de objetivos simultáneamente.

Cabe decir que la evaluación es la actividad más relevante de un programa de P+L, y su objetivo es conseguir, mediante una actividad intensiva y planificada, la identificación y la evaluación de oportunidades para minimizar la presencia de todo tipo de residuos y emisiones, al tiempo que se emplean los recursos de la organización de la manera más eficiente posible. Las etapas generales de una evaluación de la P+L son las siguientes:

1. *Preparación de la evaluación.* Definición de objetivos y organización de la tarea.
2. *Revisión de los documentos del proceso.* Identificación de entradas, salidas y destinos finales. Identificación de corrientes riesgosas.
3. *Verificación de informe sobre el terreno.* Inspección visual y recolección de datos.
4. *Análisis de balances y rendimientos del proceso.* Evaluar la eficacia del sistema en términos técnicos.
5. *Identificación de oportunidades. Evaluación técnica.* Identificar opciones y desarrollar alternativas.
6. *Evaluación económica.* Estudios de viabilidad y prioridades de ejecución.
7. *Plan de acción.* Diseñar y ejecutar las acciones. Evaluar el progreso.

Bibliografía

- AYRES, R.U. Y SIMONIS (EDS.) (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for sustainable development*. Tokio: United Nations University Press.
- MUSCHETT, D. (1998). *Principios de desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR.
- RIGOLA, M. (1998). *Producció + Neta*. Barcelona: Editorial Rubes.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2001). *International declaration on cleaner production. Implementation guide lines for companies*. París: UNEP.
- WEIZSÄCKER, U.E., HUNTER LOVINS, L. Y LOVINS, A.B. (1997). *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Barcelona: Galaxia Gutenberg. Círculo de lectores.

CAPÍTULO 5

Ecodiseño

Introducción

Muchas y claras son las señales que indican la falta de sostenibilidad de nuestro sistema de producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Ante éstas, las relaciones que guardamos durante su ciclo de vida tienen que ser revisadas y modificadas para adecuarlas a las nuevas necesidades sociales.

Los productos impactan al medio ambiente a todo lo largo de su ciclo de vida, aquí definiremos el ciclo de vida de un producto o servicio como ciclo de vida “completo”, es decir, que parte desde la misma extracción y procesamiento de la materia prima, y termina con su eliminación o reintegración al medio (figura 17).

El impacto ambiental que produce cualquier producto es causado por la explotación de materiales, el uso de energía, de emisiones contaminantes y residuos que aporta al medio a lo largo de su “ciclo de vida”. El impacto total del producto resulta de sumar todos aquellos impactos producidos durante sus etapas de extracción, de procesamiento de materias primas, del proceso de producción propiamente dicho, de su distribución, de uso, de reciclaje y tratamiento final.

Hoy, en mayor o menor medida, en todas las comunidades del mundo es posible observar acciones destinadas a mejorar la protección al medio ambiente, no sólo en los países desarrollados, sino también, en la medida de sus posibilidades, se da en los llamados países en desarrollo. Aunque estos esfuerzos se concentran en la atención a los daños producidos por la

acumulación de residuos, también hay notables avances en la identificación y prevención de los impactos generados durante la producción.

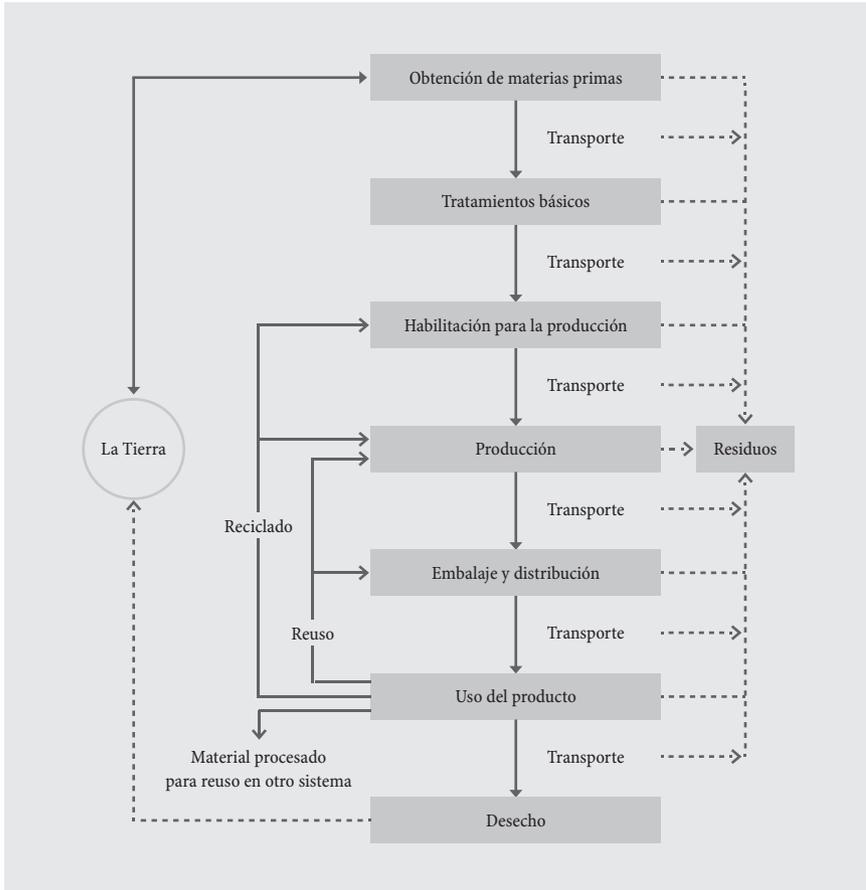


Figura 17. Ciclo de vida.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en *Design for environment toolkit* (Minnesota Office of Environmental Assistance, 2001: 7).

Las acciones de nuestro interés se pueden clasificar en dos grupos:

- a) *Acciones macro.* Son impulsadas principalmente por los gobiernos, ya que son marcos legales de protección ambiental que requieren de una amplia estructura administrativa. Como se mencionó anteriormente (capítulo 3), las acciones macro más conocidas y utilizadas nacieron

en el continente europeo, y son la serie ISO 14000 y la Reglamentación EMAS. Ambas apoyan los sistemas de gestión medioambiental, y gracias a ello se han obtenido adelantos en la producción industrial y la disminución de sus impactos en el entorno europeo.

- b) *Acciones específicas*. Se dan en el entorno empresarial. Resultan de la presión de un comprador para que su proveedor cumpla con una normativa medioambiental determinada; ejemplos los encontramos en los casos de los gobiernos o las grandes organizaciones. También las acciones específicas son producto de las necesidades de cumplir alguna reglamentación, de mejorar procesos de producción, o de atender los mercados que demandan productos respetuosos del medio ambiente, o bien, de mejorar la imagen de la empresa ante la comunidad donde se asienta.

Tipología de productos ante la problemática medioambiental

Atendiendo los fines de este documento se pueden clasificar los productos de acuerdo a la estrategia que muestran sus fabricantes ante la problemática medioambiental (Rieradevall y Vinyets, 1999):

- *Productos aislados*. Son la gran mayoría de los que encontramos en los mercados. No hay en ellos la menor señal de integración de su diseño y procesos de producción a los aspectos del medio ambiente.
- *Productos modificados*. Han recibido un tratamiento en sus aspectos superficiales para atender estrategias de *marketing*. Su diseño original no muestra atención a la relación que guarda con el medio ambiente.
- *Ecoproductos*. Son los productos diseñados con atención a su ciclo de vida; buscan reducir el impacto que generan en el medio mediante diversas estrategias, entre ellas, el uso más eficiente de la energía y de los materiales o facilitando ser reutilizados o reciclados. Este tipo de producto es aún muy escaso en el flujo de circulación comercial, y el aumento de su presencia depende de la cooperación entre los principales actores del proceso de cambio de productos aislados a ecoproductos,

que son: los consumidores, las organizaciones populares, los empresarios y los comerciantes.

Hacia la disminución del impacto de los productos al medio ambiente

El objetivo de disminuir los impactos que provocan los productos y servicios sobre el entorno ha conducido a los interesados a planificar e implementar diversas acciones hacia el logro del diseño atento al medio ambiente. Las acciones, como hemos señalado antes, pueden ser de tipo macro, o bien acciones específicas, como la atención a las emisiones contaminantes de un cierto proceso.

A continuación se describen brevemente las principales estrategias detectadas en la industria para disminuir su impacto al entorno, las partes menos efectivas se encuentran en la parte inferior de la lista, y las más efectivas, desde el punto de vista ambiental, aparecen en la parte superior (figura 18); varias de ellas son de uso cotidiano desde hace tiempo (como los sistemas de tratamiento) y coexisten con otras acciones:

- *Tratamiento de emisiones.* Son actuaciones que realizan las empresas al final de los procesos, buscando disminuir los impactos al medio ambiente a través del tratamiento de emisiones que resultan de los procesos de producción y que pueden afectar la atmósfera, el suelo o el agua. Ejemplo de estas acciones son las instalaciones que disminuyen la presencia de contaminantes en flujos de gases o de agua por medio de filtros o trampas.
- *Reciclaje.* El objetivo de esta actuación, también centrada en los procesos, es el uso —dentro o fuera de la empresa— de los materiales sobrantes que resultan de una operación industrial y que pueden ser materia prima para otro proceso. Esta acción es muy popular en la industria de los plásticos, donde como ejemplo, partes excedentes recortadas de un producto pueden ser moldeadas de nueva cuenta, o bien, ser aprovechadas de otra manera.

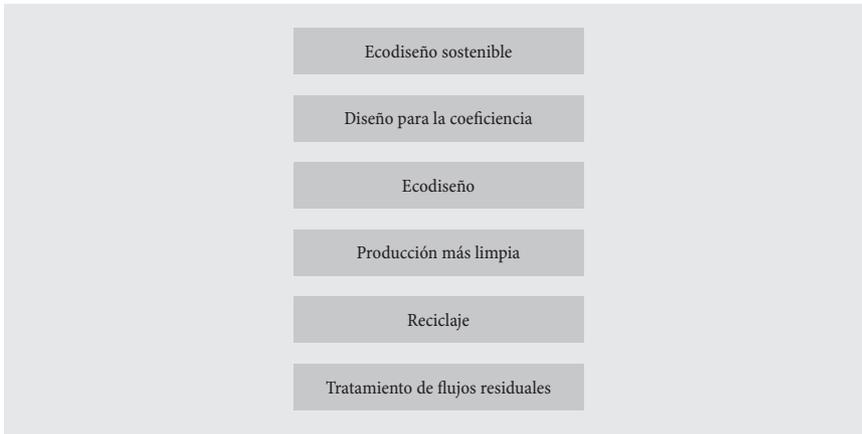


Figura 18. Estrategias para la reducción de impactos según Rieradevall, donde el estado más deseable se encuentra en la parte superior de la lista.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Rieradevall y Vinyets, 1999: 22.

- *Producción más limpia.* El programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, define a la producción más limpia (P+L) como la aplicación continuada de una estrategia de prevención de los procesos, para reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (véase capítulo 3).
- *Ecodiseño.* Como señalan Rieradevall y Vinyets (1999: 23): el ecodiseño es un salto cualitativo en la búsqueda para disminuir el impacto de los productos sobre el medio ambiente, ya que cambia la preocupación única por las emisiones en los procesos de producción por una visión ampliada a todo el ciclo de vida de los productos.

Definiciones de ecodiseño

Son diversas las definiciones que proponen los investigadores del área referente al ecodiseño, e incluso no hay consenso acerca del término “ecodiseño” o de sus fronteras con respecto a otras estrategias. A continuación se describen las definiciones más acertadas y conocidas:

Son acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño por medio de su función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte, en el uso y la minimización de los impactos en la etapa final de su ciclo de vida (Rieradevall y Vinyets, 1999: 23).

Es la reducción de la carga ambiental asociada al ciclo de vida del producto.

[...]

Es pensar productos que respondan a las necesidades reales del consumidor utilizando la menor cantidad posible de materia y energía para obtener las máximas prestaciones y una mayor reducción de su impacto ambiental.

[...]

Diseño para el ambiente es una forma sistemática de incorporar atributos ambientales al diseño de un producto (Minnesota Office of Environmental Assistance, 2001: 6).

Los autores coinciden en que se trata de considerar los aspectos del medio ambiente que se relacionan con un producto a lo largo de todo su ciclo de vida, al tiempo que se busca que las funciones propias del producto sean las más eficientes. Estos objetivos sólo se pueden lograr dentro de los equipos de diseño, y de forma satisfactoria si son armonizados durante las primeras etapas en la concepción del producto.

De acuerdo a los fines que persigue la acción de ecodiseño podemos decir que se hace “ecodiseño para la ecoeficiencia” cuando a las búsquedas de mejora de impacto medioambiental del producto, se suman las intenciones de crear valor económico a través de las prestaciones del producto satisfactorias para el usuario a todo lo largo de su ciclo de vida.

Es de interés una definición titulada “ecodiseño para la ecoeficiencia” (Rieradevall y Vinyets, 1999):

Integrar los aspectos ambientales y económicos en la etapa de diseño con una estrategia de crear un alto valor agregado a los productos.

[...]

Consiste en la capacidad de diseñar o rediseñar productos que cumplan simultáneamente las metas de costos, calidad, rendimiento y la reducción de los impactos ambientales asociados a todo su ciclo de vida a través de una

disminución de las emisiones y la conservación de los recursos materiales y energéticos (p. 24).

El “ecodiseño sostenible” es la actuación más elevada en el campo del ecodiseño, ya que integra en un solo resultado a la “eficiencia” con sus metas de disminución del impacto medioambiental, y de una mayor valorización del producto con la búsqueda de mejora en los aspectos sociales, tales como la equidad y los derechos humanos, entre muchos otros más. Asimismo, Rieradevall y Vinyets (1999) proponen algunas definiciones de ecodiseño sostenible:

Es el que satisface necesidades actuales sin comprometer los recursos para las generaciones futuras.

[...]

Es la integración en el diseño del producto de mejoras ambientales a lo largo de su ciclo de vida de forma compatible con una mejora del balance económico del producto, un consumo responsable y un desarrollo sostenible (pp. 24-25).

La incorporación de criterios ambientales en el proceso de diseño puede realizarse en productos que ya se encuentran en el mercado y que por razones técnicas, económicas o de mercado ha de replantearse su forma. A esta actuación le denominaremos “eco-rediseño”.

Además de los beneficios que ofrece el ecodiseño con respecto a la disminución de impactos al medio ambiente, otras ventajas potenciales de interés son las siguientes:

- Reducción de costos.
- Funciones mejoradas en los productos.
- Mejora en el posicionamiento de la empresa.
- Mejor respuesta a la regulación ambiental.
- Mayor y mejor presencia del producto en el mercado.
- Mejor imagen de la empresa y del producto ante la comunidad.
- Puede dar pie a mejoras radicales en la satisfacción de las necesidades de su mercado con el consiguiente beneficio en la explotación y transferencia de tecnología.

Si el proceso de diseño tiene como objetivo el desarrollo de un producto nuevo, la actuación se nombrará simplemente “ecodiseño”, que es menos frecuente que el eco-rediseño, aunque la frontera entre ambos es difusa, lo que provoca que continuamente proyectos de eco-rediseño se les nombre como ecodiseño y viceversa.

El proceso de ecodiseño

Son muchos los factores que intervienen en la planificación del proceso de ecodiseño: el resultado deseado, el tipo de producto a diseñar o a rediseñar, las limitaciones de tiempo para salir al mercado, la experiencia y capacitación en el proceso del personal involucrado, el convencimiento y apoyo de la directiva de la organización. Estos son sólo algunos de estos factores que determinan sus etapas, secuencia y duración. Sin embargo, podemos clasificar el proceso de ecodiseño general de la siguiente manera: análisis general del producto, evaluación del impacto ambiental del producto, implantación de las mejores seleccionadas, y valoración y seguimiento, mismos que se describen a continuación.

Análisis general del producto

Esta etapa busca establecer para el equipo de diseño, con razonable detalle, las limitaciones y oportunidades en las que se desarrollará el proyecto.

Se busca que la información ofrezca:

- La más amplia descripción de las funciones que habrá de ofrecer el producto; aspectos de especial importancia, sus materiales, procesos usuales, emisiones generadas durante su producción y vida media útil que se espera de él.
- Las razones sustanciales que impulsan a la empresa a practicar ecodiseño.
- Las características, fortalezas y debilidades de la empresa. Capacidad industrial en procesos y en personal.
- Las características del mercado a atender, distribución geográfica, tamaño, capacidad adquisitiva y comportamiento de compra. Precio esperado de venta.
- Fortalezas y debilidades de los productos competidores.

Evaluación del impacto ambiental del producto

Para evaluar objetivamente el impacto al medio ambiente de un producto se requiere de estrategias y herramientas que permitan una medición confiable. Aunque existen varios tipos de herramientas que podemos usar, la más conocida es el “Análisis de Ciclo de Vida” (LCA, por sus siglas en inglés, *Life Cycle Assessment*). La SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) define LCA como “un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificada y cuantificada tanto al uso de materia y energía como la generación de residuos y emisiones para determinar el impacto de estos sobre el entorno y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental” (Centre Català del Recicladge, 2001: 19).

El LCA por lo general se desarrolla en cuatro fases:

1. *Determinación del ámbito de trabajo y objetivos del análisis.*
2. *Inventario de materiales, recursos y energía usados, y emisiones aportadas al ambiente durante el ciclo de vida del producto.* Para el logro de esta etapa, las mediciones de materiales incluidas en el producto o en sus procesos de producción, se requiere de análisis detallados.
3. *Medición del impacto ambiental.* Las consecuencias ambientales de los flujos de materiales y energía que se mencionan arriba son cuantificadas. Los análisis de impacto se asocian a todos los aspectos físicos del ambiente, como por ejemplo, efectos de emisiones tóxicas, adelgazamiento de la capa de ozono y otros más.
4. *Análisis de las mejoras ambientales.* Aquí se identifican los cambios necesarios y específicos que se han de presentar en un diseño mejorado.

En la práctica, las organizaciones encuentran dificultades para desarrollar análisis de inventarios de ciclo de vida oportunos y detallados; más difícil, relacionar estos inventarios con los impactos; y aún más difícil, trasladar esa información en recomendaciones de diseño suficientemente específicas para el equipo de desarrollo de producto (Graedel y Allenby, 1996: 105). Las razones para esas dificultades son el desconocimiento en las limitaciones de la herramienta, lo que provoca continuos errores de aplicación, la tendencia a pretender hacer uso de LCA con la misma me-

tecnología en productos diferentes, y el traslado de datos indiscriminadamente de un producto antiguo a uno nuevo. Pero el principal obstáculo para las empresas en el uso de LCA es que el desarrollo de inventarios útiles y comprensibles tienen un alto costo, además de que el trabajo demanda largos períodos, pues, no obstante la amplia oferta de programas informáticos disponibles en el mercado, una gran parte de la recolección de datos tiene que hacerse en el sitio de producción, o bien, en bancos de información de la empresa. Ante el problema de aplicación práctica de LCA y la creciente demanda social hacia considerar aspectos medioambientales en las empresas, se ha desarrollado un LCA únicamente con fines de diseño de producto. A esta herramienta se le nombra “Análisis de Ciclo de Vida Simplificado (ACVS)” (RMIT, 1997).

Los objetivos de un ACVS son los siguientes:

- Ofrecer una descripción general de los principales impactos ambientales de un producto a lo largo de su ciclo de vida.
- Priorizar las mejoras ambientales a atender en el proceso de diseño.

Las etapas de trabajo de un ACVS son:

1. *Diagrama de flujos o de árbol de procesos.* Este diagrama debe identificar los principales flujos del proceso, tales como extracción y procesamiento de las materias primas, la producción del objeto propiamente dicha, envase y embalaje, transporte, uso y disposición del producto.
2. *Análisis de inventario simplificado.* Esta etapa ofrece un inventario básico de materiales, recursos, energía, emisiones y residuos en el ciclo de vida del producto que está siendo analizado y se identifican como importantes. Un mínimo de esta información es:

- Recursos de materiales y cantidades de ellos.
- Tipos de energía y cantidades empleadas.
- Tipos de transporte y empleados para la distribución y sus distancias de recorrido.
- Emisiones y residuos generados. Características en su toxicidad o peligro.

Generalmente la información colectada se vacía en una matriz que ubica en el eje vertical las etapas del ciclo de vida del producto, y en el horizontal incluye entrada de materiales, energía consumida, y finalmente emisiones, y agua.

3. *Valoración simplificada de impactos.* En esta etapa se analizan, para los fines del proceso de diseño, los impactos que el producto tiene en el ambiente. Nuevamente una matriz se muestra como gran ayuda para la valoración. En el eje horizontal se ubicarán las etapas del ciclo de vida del producto; y en el eje vertical, los impactos ambientales mayores, como generación de residuos, calentamiento global, reducción de la capa de ozono, contaminación atmosférica y de agua, desechos sólidos, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y contaminación visual. Dentro de cada celda de la matriz se anotan las aportaciones (si las hay) al tipo de impacto en cuestión.

Implantación de las mejoras seleccionadas

El paso siguiente dentro del proceso de ecodiseño, después de la aplicación del LCA o alguna variante de él, es la implantación de mejoras que se integrarán al nuevo diseño.

Las propuestas de mejoras habrán de ser evaluadas de acuerdo a las ventajas ambientales que aportan la propuesta y su dificultad técnica. Después de decidir las actuaciones que se reflejarán en el nuevo producto, se requiere de una revisión de nuevos posibles impactos de las mismas, y que antes no hayan sido considerados.

Valoración y seguimiento

Los productos son siempre susceptibles de ser mejorados, y así, el seguimiento del producto durante las etapas de su ciclo de vida permite valorar el efecto de las mejoras incorporadas. Para un mejor aprovechamiento de esta etapa también será necesario atender información que procede en especial de la distribución; mercado, los usuarios y los competidores.

Estrategias del ecodiseño

El ecodiseño puede ser aplicado con mayor o menor éxito en cualquier parte del ciclo de vida de un producto. Con base en la información acerca del tipo de impacto, su cuantificación y etapa donde se ubica, podemos determinar las actuaciones de mejora a seguir para un producto específico. En el apartado siguiente (“Obtención de materiales”), se describen las actuaciones de mayor interés para el diseño de productos; cada una de ellas viene acompañada de una breve descripción.

Obtención de materiales

Ecodiseño para la conservación de recursos

- *Minimización del uso de materiales.* Disminuir las cantidades de materiales presentes en un producto es un fin primordial del ecodiseño, ya que permite disminuir la presión sobre los recursos.
- *Uso de recursos renovables.* Busca la aplicación de recursos renovables como la madera y la aplicación de energías sostenibles.
- *Uso de materiales reciclables y de reciclados.* Su aplicación permite disminuir los costos, además de reducir el impacto sobre el medio debido a la extracción de recursos.
- *Valoración de recursos.* Algunos materiales de desecho, resultado de ciertos procesos, pueden, sin embargo, ser aprovechados como materia prima para otros.

Diseño para el bajo impacto de los materiales

A pesar de ser de gran importancia en la actualidad, hay materiales que tienen impactos ostensiblemente negativos para el medio ambiente, su uso debe reconsiderarse y buscar alternativas en otros materiales. Sin embargo, en ocasiones no es posible sustituirlos, o se tiene que realizar de manera paulatina. Para disminuir el impacto que éstos presentan a lo largo del ciclo de vida del producto, las estrategias de ecodiseño para esta problemática son:

- Evitar el uso de sustancias tóxicas y peligrosas.
- Evitar el uso de sustancias que contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono. Los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los clorofluorocarbonos (CFC) ampliamente usados hasta hace poco en aerosoles y en aplicaciones de refrigeración, representan una amenaza para la capa de ozono.
- Evitar el uso o la producción de gases que favorezcan el efecto invernadero.
- Promover el uso de materiales con bajo contenido energético. Hay que considerar la cantidad de energía que requiere un material para ser convertido en un producto, y seleccionar el adecuado a la función por cumplir siempre con criterios de eficiencia y no del interés comercial.

Producción

El ecodiseño aplicado a la etapa de producción o diseño para favorecer la producción más limpia propone la aplicación de estrategias como:

- Mejorar el control de los procesos.
- Establecer cambios en las estrategias de producción que las simplifiquen, como el mejoramiento de ensambles, la incorporación de procesos automáticos y de tecnología de punta.
- Usar la menor variedad de materiales que las funciones del producto permitan.
- Seleccionar materiales y procesos con el menor impacto.
- Prevenir y reducir las emisiones y los residuos de los procesos mediante la optimización de los mismos y la sustitución de materiales.
- Reducir el consumo de recursos.

Distribución

Ecodiseño para la distribución eficiente:

- Reducción del peso del producto. Este aspecto, que incluye al envase del producto, tiene relación directa con la energía necesaria para transportar al satisfactor hasta su lugar de consumo. También un producto más

ligero beneficia el trabajo de envase, embalaje y manipulación, todos con una demanda energética.

- Envases reusables y reciclables.
- Medios de transporte más eficientes.

Uso

Ecodiseño para la eficiencia energética

Los productos que consumen energía durante su etapa de uso, son una fuente inagotable de oportunidades para disminuir su impacto sobre el medio ambiente, esto a través de la aplicación de estrategias como:

- *Buscar sinergias.* La gran mayoría de los productos tienen relación con otros productos; a través de una mejora en un integrante del sistema podemos generar beneficios en otros elementos (por ejemplo, al disminuir el peso del automóvil cooperamos a aumentar su rendimiento en combustible).
- *Diseño para operaciones a media carga.* Los productos en su mayoría están diseñados para operar con carga de trabajo completa, pero pocas veces se le demanda al producto. Hay que ofrecer en el diseño opciones que permitan su mayor eficiencia bajo diferentes cargas.
- *Considerar las pérdidas escondidas de energía.* Tal es el caso de aparatos que funcionan en posición de espera (*stand by*) cuando no se encuentran en operación, como las calderas domésticas y los protectores de corriente.
- *Desarrollar planes continuos de eficiencia energética.*

Ecodiseño para el ahorro del agua

El objetivo es minimizar el uso del agua o de hacer uso eficiente de ella durante todo el ciclo de vida de productos que se relacionan con el líquido.

Ecodiseño en la minimización del uso de productos auxiliares

Los productos habrán de ser diseñados de manera que la necesidad de otros productos auxiliares sea la menor posible. Este es el caso de las baterías, detergentes, cartuchos de tóner, etc.

Ecodiseño para la prevención de la contaminación

Los productos pueden emitir sustancias contaminantes o peligrosas, como los v.o.c. (*Volatile Organic Compound*) que se desprenden de pinturas y solventes, entre otros ejemplos.

Ecodiseño para la mayor durabilidad

Los productos mejorarán el impacto que producen al medio ambiente simplemente durando más. Podemos alargar la vida útil de un producto con actuaciones como: facilitar su reparación, permitir su actualización mediante el uso de elementos modulares, y al procurar diseños robustos, sin sobre-especificarlos.

Ecodiseño para el fin de ciclo de vida

Las estrategias de ecodiseño que buscan la minimización del impacto del producto al fin de su ciclo de vida serán englobadas en estrategias para el reciclaje, ya que responden a diferentes opciones que facilitan la reincorporación al flujo industrial de materiales y productos descartados. Un producto favorece su reciclabilidad cuando se aplican las siguientes estrategias:

- Diseñar con un solo material.
- Diseñar con materiales con canales de recuperación en funcionamiento.
- Planificar futuras separaciones de materiales.

Finalmente, a continuación se mencionan las formas de ecodiseño para el fin de ciclo de vida.

Ecodiseño para el desmontaje

Para reaprovechar los materiales o partes de un producto que ha llegado al fin de su ciclo de vida, en muchos casos, es necesario desmontarlo, así en la medida que el diseño del producto lo permita serán eficientes los procesos de recuperación. Algunas recomendaciones que tienden hacia ello son:

- Minimizar el número de componentes y materiales.
- Preferir ensamblajes en vez de adhesivos o pegamentos.
- Diseño de elementos de unión accesibles para el desmontaje.
- De requerirse elementos de soporte, preferir materiales compatibles con las partes conectadas.
- Diseño modular del producto.
- Identificación de partes con símbolos normalizados.
- Si el producto contiene partes no reciclables, ubicar éstas en zonas que permitan una disposición rápida.

Ecodiseño para la reparación

Esta es otra forma de disminuir el impacto por residuos al medio ambiente, siempre usada en el pasado y olvidada durante las últimas décadas; actualmente vuelve a mostrarnos sus bondades. Implica para el equipo de diseño considerar las formas para facilitar la recogida de los productos usados, su desmontaje y reparación.

Ecodiseño para la reutilización

Los productos reutilizables tienden a impactar en menor medida el medio ambiente, y su diseño debe garantizar que el producto es capaz de cumplir con sus funciones en repetidas ocasiones.

Ecodiseño para la biodegradabilidad

La biodegradabilidad del producto es útil siempre que se haya previsto el tratamiento en una planta de compostaje.

Ecodiseño para la disposición

Los productos que contienen sustancias tóxicas deberán de portar etiquetas que incluyan recomendaciones para su descontaminación y disposición seguras.

Bibliografía

- CENTRE CATALÀ DEL RECICLADGE (2001). *Casos Pràctics d'ecodisseny. Disseny per al reciclatge*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Junta de residus.
- GRAEDEL, T.E. Y ALLENBY, B.R. (1996). *Design for Environment*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- MINNESOTA OFFICE OF ENVIRONMENTAL ASSISTANCE (2001). *Design for environment toolkit* [en línea]. Recuperado de www.pca.state.mn.us/index.php?...dfetoolkit
- RIERADEVALL, J. Y VINYETS, J. (1999). *Ecodisseny I ecoproductes*. Generalitat de Catalunya. Barcelona: Ed. Rubes.
- ROYAL MELBOURNE INSTITUTE OF TECHNOLOGY (RMIT) (1997). *Introduction to EcoReDesign*. Australia: Centre of design RMIT, pp. 10-12 [en línea]. Recuperado de <http://www.cfd.rmit.edu.au/dfe/erdkit.html> [consultado el 7 de septiembre de 2001].

CAPÍTULO 6

Evaluación de ecodiseño. Un caso práctico*

Introducción

A lo largo de este documento se ha expuesto que la industria que busca mejores indicadores de ecoeficiencia dispone para ello de tres grandes estrategias, que son: la administración de los sistemas de gestión medioambiental (capítulo 3), la efficientización de los sistemas de producción (P+L) (capítulo 4) y el ecodiseño (capítulo 5). Podemos decir que la aplicación del ecodiseño es una condición imprescindible hacia el diseño y desarrollo de productos de menor impacto con el medio ambiente; un producto o servicio mal diseñado representa un obstáculo en la consecución de todos los objetivos de la organización, pero en especial con los relacionados con la calidad, y entre éstos, los relativos al entorno. A través de la aplicación secuenciada y sistemática de algunas herramientas de ecodiseño (proceso de ecodiseño), el diseñador o el equipo de diseño puede cooperar hacia el logro de la sostenibilidad, ya sea rediseñando productos ya existentes en el mercado, o bien, diseñando otros nuevos; sin embargo, la aplicación del proceso de ecodiseño debe ser flexible y ágil, de tal manera que no represente una demora para el logro de las metas del proyecto.

La evaluación de ecodiseño (EEC) forma parte del proceso de ecodiseño, y en el caso que se expone, se aplican diversas herramientas de recolección de

* Este capítulo contó con la colaboración de Paola Liccette Corona Gutiérrez.

información y análisis; los resultados son especialmente útiles en la toma de decisiones durante el proceso de diseño. Aquí, sin embargo, se enfatiza en la disminución de los requerimientos de energía y materiales, así como el manejo de residuos durante todas las etapas del ciclo de vida de un producto conocido.

Así pues, el ejercicio tiene diversos objetivos, entre ellos, el mostrar que una EEC puede llevarse a la práctica sin la necesidad de la aplicación de grandes recursos, obteniendo información valiosa para la empresa por la calidad del producto que resulta y de los beneficios ambientales que trae aparejados. También se busca mostrar a través de un ejemplo, la aplicación de algunas herramientas sencillas de EEC, incluso en productos poco comunes en la literatura del diseño, como es el caso de un producto del área del vestir (en este caso unos pantalones-*jeans*). Finalmente, se pretende funcionar como una guía sencilla a seguir, para el desarrollo de otros casos.

El proceso de ecodiseño

Las etapas generales de la aplicación de un proceso de ecodiseño son las siguientes:

- Creación del equipo y planificación.
- Evaluación de ecodiseño (ECC).
- Implantación de las mejoras determinadas en la evaluación.
- Seguimiento de las mejoras.
- Valoración del proyecto.

A continuación se hace una breve introducción de los pasos que aquí se establecen como *Evaluación de ecodiseño (ECC)* (etapa 2), y que corresponden al estudio de caso, práctico, explicados a detalle más adelante:

- *Descripción del producto.* En este punto se identifican, enumeran y organizan cuidadosamente, todos y cada uno de los elementos del producto a evaluar.
- *Descripción de materiales.* La identificación precisa de los materiales con los que está fabricado el producto, son, por lo general, una fuente potencial de mejoras.

- *Descripción del sistema-producto.* Esta etapa relaciona las cinco etapas del ciclo de vida del producto con los materiales y procesos involucrados.
- *Determinación de la unidad funcional.* De acuerdo a los intereses del proyecto, se establece una cantidad de producto a evaluar. Es conveniente enfatizar que no se debe confundir un lote con una unidad funcional, ya que esta última se relaciona no sólo con la cantidad de materiales y energía requeridos para fabricar una cantidad de productos, sino también se involucra con las necesidades asociadas al producto.
- *Aplicación de la matriz MET.* La matriz MET es una herramienta semi-cuantitativa de análisis de impacto medioambiental de producto, que permite organizar de manera sistemática la información ambiental relevante relacionada con la evaluación, lo que facilita al equipo de ecodiseño la posibilidad de identificar amenazas y oportunidades de mejora. La matriz MET permite organizar en una tabla: los materiales (M) utilizados, la energía (E) consumida y las emisiones tóxicas (T) generadas durante las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto. La MET, entre otras ventajas, favorece el trabajo grupal en el equipo de diseño.
- *Análisis de la matriz MET.* De la elaboración y análisis de la matriz MET obtenida, el equipo de ecodiseño propone acciones generales de mejora y desarrolla un perfil de ecoproducto (véase apartado “Ecoprofil del producto”) a través de una gráfica de polígono, o bien, a través de otra herramienta de estadística similar.
- *Ecoprofil de producto.* Usando la información generada en el apartado anterior (“Análisis de la matriz MET”), el equipo de ecodiseño evalúa el desempeño actual de producto. La gráfica está compuesta por seis vectores relativos al producto evaluado:
 - *Satisfacción de las funciones* que debe cumplir el producto.
 - *Eficiencia de la selección de materiales* en los que está fabricado.
 - *Fabricación del producto:* eficiencia en la selección y aplicación de las técnicas de producción a través de las cuales se obtiene el producto.
 - *Comercialización y distribución:* descripción y evaluación del proceso que lleva el producto evaluado de su fabricante al usuario del mismo.
 - *Uso del producto:* el equipo evalúa cómo se usa el producto, e identifica oportunidades de mejora.
 - *Eliminación final o disposición:* la forma cómo el producto finaliza su ciclo de vida; es también una fuente de oportunidades de mejora.

- La evaluación se practica por el equipo mediante la asignación de una calificación numérica, relativa a la satisfacción que ofrece el producto en los seis vectores, finalmente los resultados se unen formando una gráfica de polígono.
- *Aplicación de ecoindicadores.* Los materiales identificados en el apartado “Descripción de materiales”, se relacionan ahora con las cantidades necesarias de ellos para satisfacer la unidad funcional (apartado “Determinación de la unidad funcional”), a través de un ecoindicador. Los ecoindicadores son valores que cuantifican el impacto ambiental de un material y/o proceso de producción específicos, los cuales se usan para comparar diferentes estrategias de diseño desde el punto de vista del impacto ambiental. De entre varias opciones de ecoindicadores se han usado los propuestos por el IHOBE (González, 2010a), esto debido a su facilidad de manejo y fácil acceso.
- *Tabla de ecoindicadores, producción, uso y disposición.* Usando una tabla como la que se muestra en el apartado correspondiente a este título (tabla 5) del caso práctico, se relacionan las cantidades obtenidas para cumplir con la unidad funcional con el ecoindicador más cercano de los que se ofrecen por el IHOBE; esto resulta en un indicador de desempeño ambiental expresado en milipuntos; este resultado es un elemento de comparación de gran utilidad acerca de los elementos del producto que permitirán una acción de diseño hacia su desempeño medioambiental.
- *Propuestas de mejora.* Con los elementos hasta ahora obtenidos, el equipo de diseño propondrá estrategias de mejora al producto, relacionándolas con cada etapa de su ciclo de vida.
- *Tabla de viabilidad de mejoras propuestas.* El equipo de ecodiseño califica las propuestas del apartado anterior (“Propuestas de mejora”), atendiendo los criterios siguientes: sencillez técnica, factibilidad económica, significación ambiental (referido al impacto positivo que se logra al aplicar la propuesta), demanda social y tiempo requerido para la obtención del beneficio.
- *Alternativas de mejoras de diseño.* Ahora se comparan los resultados hipotéticos de la aplicación de alternativas propuestas en el apartado anterior (“Tabla de viabilidad de mejoras propuestas”). Se aplica a cada alternativa de diseño usando el procedimiento explicado en el apartado de “Tabla de ecoindicadores, producción, uso y disposición”.

- *Ecoperfil comparativo de resultados de ecodiseño.* Retomado el polígono obtenido en el apartado de “Ecoperfil del producto” ahora se evalúan y comparan los resultados obtenidos de la aplicación de las alternativas de mejora al producto con relación al estado inicial del proyecto.

Evaluación de ecodiseño (ECC). Caso práctico

Descripción del producto

El producto seleccionado para evaluar su impacto al medio ambiente es un pantalón para dama conocido como *jeans* de mezclilla ajustado (*stretch*), tiro a la cintura, ajuste hasta medio muslo y pierna con amplitud desde medio muslo a bajos.

En la figura 19 se muestra el dibujo plano, mientras que en la tabla 1 podemos observar el despiece del pantalón que en lo sucesivo se denominará *jeans*.

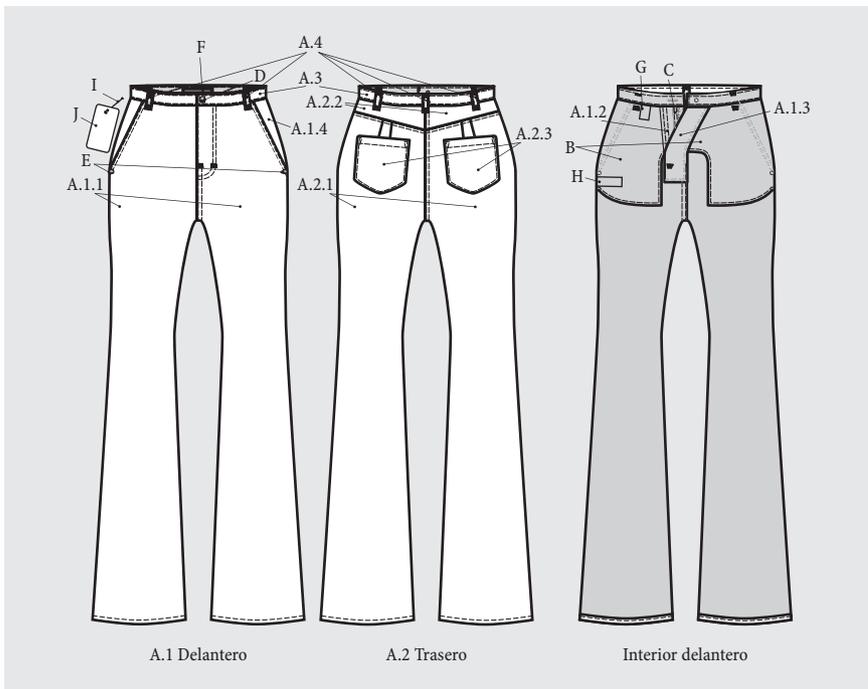


Figura 19. Dibujo plano del pantalón a evaluar.

Fuente: Elaboración propia.

A	Cuerpo	
	A.1 Cuerpo delantero	A.1.1 Cuerpo delantero (derecho e izquierdo)
		A.1.2 Ojalera
		A.1.3 Falso
		A.1.4 Vista
	A.2 Cuerpo trasero	A. 2.1 Cuerpo trasero (derecho e izquierdo)
		A.2.2 Canesú o pieza de altura
		A.2.3 Bolsas traseras
	A. 3 Pretina	
	A.4 Trabas	
B	Bolsillos internos delanteros	
C	Cierre	
D	Botón	
E	Remache	
F	Etiqueta de marca	
G	Etiqueta de cuidado	
H	Etiqueta de código de barras	
I	Plastiflecha	
J	Etiqueta colgante	

Descripción de materiales

Para la determinación de los materiales utilizados en este producto, se recopiló información referente a los textiles, los materiales de confección y lavado, terminado, empaque de comercialización y embalaje para la distribución. No se consideran los materiales para el cultivo y cosecha de las fibras textiles ni los procesos de hilado y tejeduría, aunque sí se atiende el proceso de teñido de la fibra de algodón con índigo. En la tabla 1 se observa el despiece del producto de acuerdo con los materiales que lo conforman.

Tabla 1. Componentes y materiales del pantalón para dama tipo "jeans"			
	Despiece	Descripción de material	Composición
A	Cuerpo	Mezclilla	60% algodón, 30% poliéster y 2% elastano
B	Bolsillos internos delanteros	Poquetin	90% algodón y 10% poliéster
C	Cierre	Corredera para cierre	Latón (60% cobre y 40% zinc)
		Grapa para cierre	Latón (60% cobre y 40% zinc)
		Cierre en cadena	Cinta 100% poliéster Dientes latón (60% cobre y 40% zinc)
D	Botón	De 17 mm en pretina	Latón (60% cobre y 40% zinc)
E	Remache	En bolsillos delanteros	Latón (60% cobre y 40% zinc)
F	Etiqueta de marca	Etiqueta bordada satín en 3 colores en pretina	100% poliéster
G	Etiqueta de cuidado	Etiqueta de nylon en cuerpo	100% nylon
H	Etiqueta de código de barras	Etiqueta de nylon en cuerpo	100% nylon
I	Plastiflecha	De 1" para presentación comercial	100% nylon
J	Etiqueta colgante	"Hangtag" para presentación comercial	Cartón sulfatado
K	Bolsa	Presentación comercial	Polietileno
L	Caja individual	Presentación comercial	Cartón sulfatado
M	Etiqueta de código de barras individual	Adherible para presentación comercial	Papel con adhesivo
N	Caja maestra	Embalaje para distribución	Cartón
O	Etiqueta para caja maestra	Adherible para distribución	Papel con adhesivo
P	Hilo blanco tex 80	Costura-etiqueta de marca y poquetin	100% poliéster
Q	Hilo blanco tex 40	Costura-etiqueta de marca y poquetin	100% poliéster
R	Hilo marino tex 80	Costura-exteriores, presillas e interiores	100% poliéster
S	Hilo marino tex 40	Costura-sólo interiores	100% poliéster
T	Grapas para lavado	Grapas de lavandería de aplicación temporal	100% nylon
U	Desengrasante	Lavado-prenda completa	Mezcla de tensoactivos aniónicos y aceites terpénicos
V	Lubricante	Lavado-prenda completa	Aceite mineral emulsionable

Continúa...

	Despiece	Descripción de material	Composición
W	Humectante	Lavado-prenda completa	Mezcla de tensoactivos no iónicos
X	Silicón	Lavado-prenda completa	Polímero de silicón aminofuncional
Y	Suavizante	Lavado-prenda completa	Amida y cuaternario de ácido graso
Z	Agua	Lavado-prenda completa	Agua

Descripción del sistema-producto

La determinación del sistema-producto para los *jeans* se elaboró tomando en cuenta las etapas del Ciclo de Vida Simplificado (cvs) de un producto:

- Obtención de los materiales.
- Producción.
- Comercialización y distribución.
- Uso del producto.
- Fin de vida.

Se parte que en el cvs se considera que al inicio de cada etapa ingresan recursos y energía; al final de cada etapa se generan residuos y emisiones contaminantes (González, 2010a). En la figura 20 se muestran los materiales considerados para valoración, relacionándolos con las etapas del ciclo de vida simplificado, al mismo tiempo que se especifican los sub-procesos que han sido tomados en cuenta, en cada etapa del cvs del sistema-producto *jeans*. De la información del fabricante, se tiene que el lote de producción se transportará de la planta de fabricación al centro de distribución, desde donde se surtirán los puntos de venta distribuidos en treinta estados de la República Mexicana.

De la experiencia de los distribuidores se asume que el producto tendrá una fase de vida útil de cuatro años. Su mantenimiento consistirá en: lavado, secado al aire libre y planchado doméstico, repitiéndose este proceso tres veces cada dos semanas.

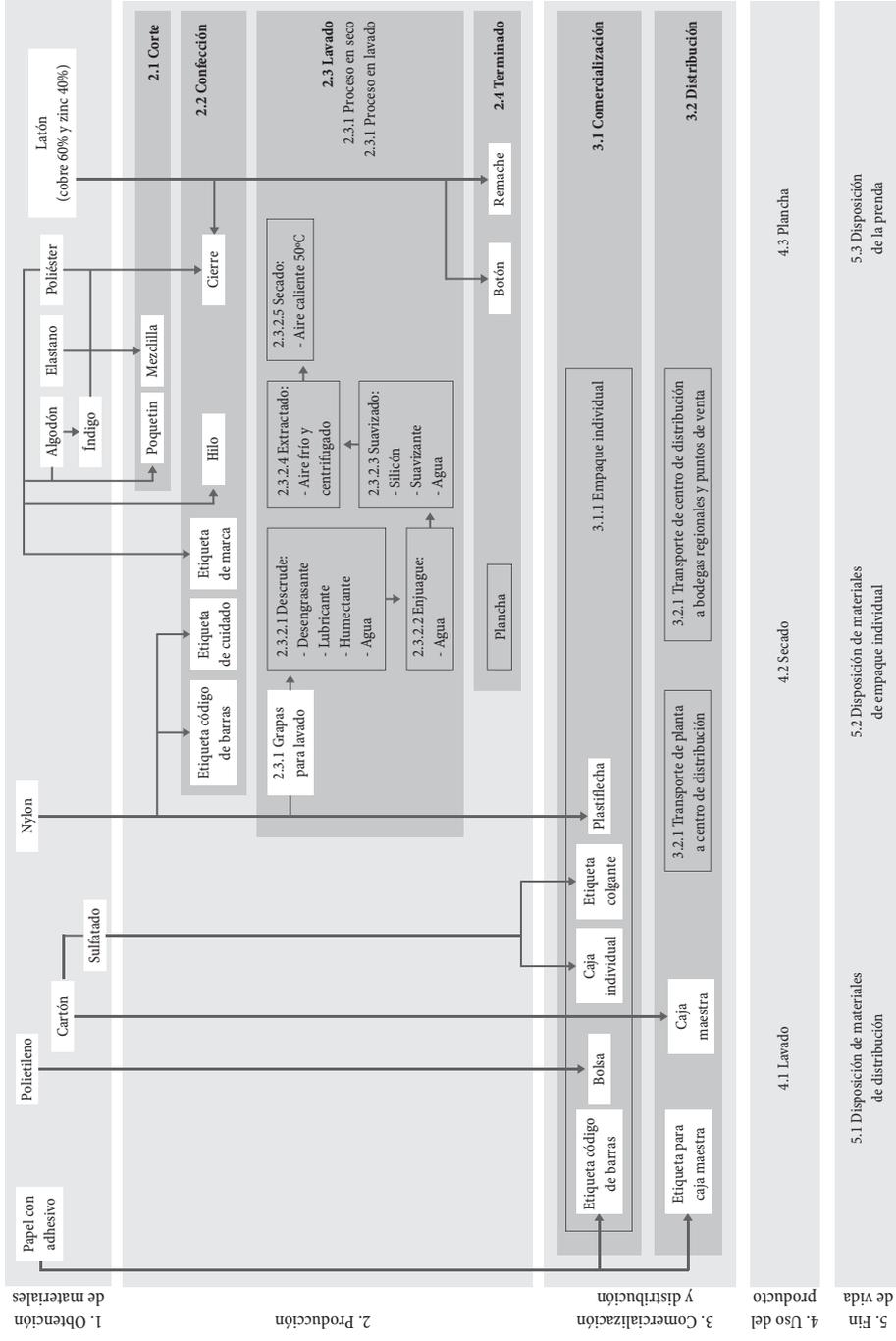


Figura 20. Sistema-producto jeans.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la unidad funcional

Para efectos de este estudio se determinó, a través de un análisis con el fabricante, que la unidad funcional será un lote de 1,500 piezas, desglosadas en tallas de medida comercial de la 3 a la 17 (tabla 2) donde la talla 11 se usa como indicador de consumos.

Talla	Porcentaje	Piezas
3	2%	30
5	4%	60
7	13%	195
9	17%	255
11	20%	300
13	21%	315
15	15%	225
17	8%	120
Totales	100%	1500

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de la matriz MET

Para la evaluación de los *jeans* se usa la matriz MET, que consiste en una herramienta semi-cuantitativa de valoración ambiental del producto. En dicha aplicación se identifica el uso de recursos y se proponen acciones de mejora (González, 2010b). En la MET mostrada en la tabla 3, se describen los impactos en: recursos materiales, recursos energéticos y emisiones tóxicas a lo largo de las cinco etapas del ciclo de vida, obtención de los materiales, producción, comercialización y distribución, uso del producto y fin de vida.

Tabla 3. Matriz MET

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Impacto en los recursos materiales			Impacto en los recursos energéticos	Impacto por emisiones tóxicas
1. Obtención de materiales Se consideran los materiales crudos, pero no se consideran todos los procesos de transformación hasta convertirse en los insumos industriales para la elaboración de los <i>jeans</i> .	Fibras textiles naturales	Algodón (mezclilla, poquetin)			Contaminación de mantos acuíferos por fertilizantes y pesticidas en cultivos, aguas residuales de limpieza de las fibras naturales, así como químicos para la obtención de las fibras sintéticas.
	Fibras textiles sintéticas	Poliéster (mezclilla, poquetin, cierre y etiqueta de marca)			
		Elastano (mezclilla)			
		Nylon (etiqueta de código y de cuidado)			
	Tinturas	Índigo (para el algodón de la mezclilla)			Contaminación de mantos acuíferos por aguas residuales de procesos de teñidos de hilo.
	Plásticos	Nylon (plastiflecha y grapas)			
		Poliétileno (bolsa de empaque individual)			Contaminación por emisiones atmosféricas de óxido nítrico (NO ₂) y otros gases invernadero.
	Metales	Latón (cierre, botón y remaches)			
		60% cobre			Emisiones difusas y fugitivas de partículas en la clasificación inicial y en la fundición de la aleación, emisión de flúoruros y aldehídos, cloruros. Emisión de óxidos metálicos que alteran el pH del agua.
		40% zinc			
Celulosa	Cartón corrugado (caja maestra)			Emisiones de derivados clorados y azufre.	
	Cartón sulfatado (caja individual)				
	Cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)				
	Papel con adhesivo (etiqueta de código de barras individual y etiqueta para caja maestra)				

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Impacto en los recursos materiales				Impacto en los recursos energéticos	Impacto por emisiones tóxicas
<p>2. Producción</p> <p>Se desglosan materiales y procesos de manera independiente. Sólo se consideran los procesos a partir de que los insumos industriales llegan a plantas de costura y lavado.</p>	2.1 Corte	Celulosa y tinta para impresión del trazo			La energía asociada al proceso.	Residuos de los materiales textiles.
	2.2 Confección	Telas, hilos, etiquetas, botones, cierre, remaches			La energía asociada al proceso.	Residuos de los materiales.
	Fibras textiles naturales	Algodón (mezclilla, poquetin)	627.83	kg		
	Fibras textiles sintéticas	Poliéster (mezclilla, poquetin, hilo, cierre y etiqueta de marca)	294.23	kg		
		Elastano (mezclilla)	17.26	kg		
		Nylon (etiqueta de código y de cuidado)	3.00	kg		
	2.3 Lavado	Nylon (grapas para lavado)	38.25	kg	La energía asociada al proceso.	Residuos de los materiales, aguas residuales del proceso.
		Desengrasante	75.00	l		
		Lubricante	37.50	l		
		Humectante	37.50	l		
		Silicón	0.01	l		
		Suavizante	90.00	l		
		Agua	9,000	l		
	2.4 Terminado	Botones, remaches			La energía asociada al proceso de aplicación de botones, remaches, revisión y planchado.	Residuos de los materiales.
Metales	Latón (cierre, botón y remaches)	18.75	kg			
	60% cobre	11.25	kg			
	40% zinc	7.50	kg			

3. Comercialización y distribución	3.1 Comercialización	3.1.1 Empaque individual	Nylon (plastiflecha)	0.10	kg	La energía asociada al proceso de empaque individual.	Residuos de los materiales.		
			Polietileno (bolsa)	135.00	kg				
			Cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	22.50	kg				
			Cartón sulfatado (caja individual)	0.35	kg				
			Papel con adhesivo (etiqueta de código de barras individual)	2.25	kg				
			Cartón corrugado (caja maestra)	0.87	kg				
4. Uso del producto	Lavado	3.2 Distribución	Papel con adhesivo (etiqueta para caja maestra)	3.75	kg	La energía asociada al embalaje y al transporte de planta a centros de distribución, bodegas regionales y puntos de venta.	Residuos de los materiales y emisiones de gases invernadero.		
			Agua	9,675,000	l			Aguas residuales del proceso.	
			Detergente	7,014.38	l				
			Secado						La energía asociada al proceso.
			Planchado						

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Impacto en los recursos materiales				Impacto en los recursos energéticos	Impacto por emisiones tóxicas
5. Fin de vida	5.1 Disposición de los materiales de distribución	Vertedero: cartón corrugado (caja maestra)	0.87	kg		Emisiones de gases invernadero asociados a la descomposición.
	5.2 Disposición de los materiales de empaque individual	Vertedero: papel con adhesivo (etiqueta para caja maestra)	0.87	kg		
		Basura doméstica: cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	135	kg		
		Basura doméstica: cartón sulfatado (caja individual)	22.50	kg		
		Basura doméstica: papel con adhesivo (etiqueta de código de barras individual)	0.35	kg		
		Basura doméstica: nylon (plastifecha)	0.00	kg		
		Residuos urbanos: polietileno (bolsa)	0.10	kg		
	5.3 Disposición de la prenda <i>jeans</i>	Basura doméstica: prenda completa (se considera una pérdida del 10% de textiles en el proceso de corte y confección)	865.86	kg		

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la matriz MET

Aquí se muestran los principales impactos detectados en la matriz MET (tabla 3), los cuales están asociados a las cinco fases de ciclo de vida del sistema-producto.

Obtención de materiales

Como se ha planteado a lo largo de esta evaluación, para la fabricación de los *jeans* se requiere de: tela, hilo y etiquetas, que se componen de fibras, tanto naturales (algodón) como sintéticas (poliéster, polímero elástico-elastano y nylon), y tinturas (ejemplo: índigo para la mezclilla). Adicionalmente se requieren distintos elementos accesorios como cierre, botón, remaches, empaque, etiquetas, entre otros; para lo cual se requieren metales, plásticos y celulosa. Todos estos materiales descritos se consideran en crudo, es decir, no se consideran todos los procesos de transformación, sino hasta convertirse en los insumos industriales para la elaboración de los *jeans*:

- *Impactos en los recursos materiales*: los principales impactos se relacionan con el consumo de dichos recursos renovables y no renovables, así como con la utilización del suelo y consumo de agua.
- *Impactos en los recursos energéticos*: dentro los procesos de obtención de materiales se produce un consumo energético procedente de diversas fuentes de energía. El principal impacto es el consumo de combustibles no renovables.
- *Impacto por emisiones tóxicas*: cada categoría de materiales tiene impactos distintos en emisiones o residuos, pero son principalmente los asociados a la contaminación de mantos acuíferos (fertilizantes, pesticidas, químicos para limpieza, blanqueado y teñido, óxidos metálicos, etc.) y a la contaminación del aire por partículas y emisiones de gases invernadero.

Producción

Para la evaluación de impacto de la fabricación de los *jeans*, sólo se consideran los procesos a partir de que los insumos industriales (telas, cierre, botones, etc.) llegan a plantas de costura y lavado:

- *Impactos en los recursos materiales:* los principales impactos son los asociados al uso poco eficiente de los materiales y a los materiales agregados para la transformación de los insumos industriales, por ejemplo los materiales para el lavado (agua, silicón, desengrasante, etc.) y los materiales auxiliares (aceite para maquinaria, adhesivos, etc.).
- *Impactos en los recursos energéticos:* principalmente se considera el consumo energético asociado al proceso. Suele ser gas natural y electricidad, y por tanto su impacto está relacionado a las fuentes no renovables.
- *Impacto por emisiones tóxicas:* los procesos productivos tienen un fuerte impacto al medio, debido a la generación de residuos, en su mayoría textiles, asociados al proceso de corte y confección, así como las aguas residuales de procesos de lavado y la emisión de gases invernadero por consumo de combustibles.

Comercialización y distribución

Incluye los materiales y energía de distribución —sólo del producto terminado— a los lugares físicos del canal de distribución, así como los materiales de protección y marca (etiquetas, empaque y embalaje). No se incluyen los materiales ni energía de traslado de los componentes elementales en las diferentes etapas del proceso de extracción y transformación.

- *Impactos en los recursos materiales:* hacer llegar al punto de venta el producto y presentarlo para el cliente, requiere de materiales a base de celulosa como: etiquetas colgantes de cartón, así como de algunos materiales plásticos (polietileno y nylon) para bolsa de empaque y flechas para colgar etiquetas.
- *Impactos en los recursos energéticos:* este es el rubro con mayor impacto en la etapa de comercialización y distribución, ya que las distancias pueden ser grandes, y por tanto, el consumo de combustibles también. También se incluye el consumo de energía en el proceso de empaque individual y embalaje, que suele ser electricidad.
- *Impacto por emisiones tóxicas:* el impacto es principalmente al aire, asociado con la emisión de gases invernadero, y en segundo lugar, los residuos de los materiales.

Uso del producto

Para esta etapa del ciclo de vida, se consideran las actividades de uso y mantenimiento del producto *jeans*.

- *Impactos en los recursos materiales*: los únicos materiales que se agregan en esta etapa son el agua y el detergente, asociados al proceso de lavado o disolventes en los procesos de lavado en seco. En algunos casos, se utiliza almidón para el planchado. El consumo de agua para lavado de los *jeans*, como se puede observar en el análisis, es uno de los impactos más importantes.
- *Impactos en los recursos energéticos*: principalmente se considera el consumo de energía eléctrica para los procesos de lavado y planchado.
- *Impacto por emisiones tóxicas*: las emisiones en esta etapa son principalmente a mantos acuíferos y aire por el proceso de lavado en casa o lavado en seco.

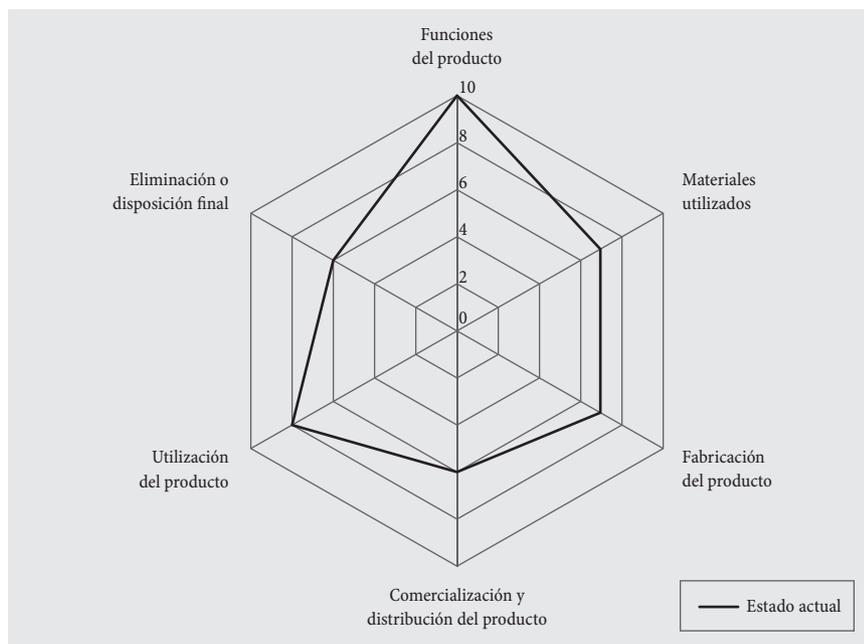
Fin de vida

Los materiales de empaque y embalaje en su mayoría tienen un final de vida previo al producto *jeans*, convirtiéndose en basura doméstica e industrial, dispuesta generalmente en vertederos. Cuando el producto en sí (los pantalones *jeans*) llega al final de vida, se convierte en un residuo, que es también dispuesto principalmente en vertederos:

- *Impactos en los recursos materiales*: por lo general en esta etapa no se agregan recursos materiales relevantes.
- *Impactos en los recursos energéticos*: se considera el consumo de combustibles para la recolección, transporte y tratamiento de los desechos.
- *Impacto por emisiones tóxicas*: principalmente el impacto consiste en la emisión de gases invernadero por el consumo de combustibles no renovables, y los asociados a la descomposición.

Como se puede observar en la matriz MET y de la descripción anterior, los principales impactos se encuentran en la obtención y procesado de los componentes, seguido de los impactos por distribución y uso, siendo menores los impactos por fin de vida.

Ecoperfil del producto



Gráfica 1. Gráfica de ecoperfil.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Ecoperfil actual del producto		
Concepto		Original
1	Funciones del producto	10
2	Materiales utilizados	7
3	Fabricación del producto	7
4	Comercialización y distribución del producto	6
5	Utilización del producto	8
6	Eliminación o disposición final	6

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de ecoindicadores

Para la aplicación de los ecoindicadores se consideraron, en su mayoría, los materiales iniciales sin transformación. Debido a la falta de información al respecto, éste y otros alcances y limitaciones se mencionan a continuación:

En el caso de las fibras textiles se consideró únicamente la fibra sin el proceso de preparación/lavado, hilatura y tejeduría, por lo que la etapa 1, “Obtención de materiales”, se dejó vacía, pasando los materiales directo a la etapa 2, “Producción”.

No se encontraron los procesos de corte, costura y lavado, por lo que en la etapa 2 de producción se ingresaron los valores de consumo de materia prima del producto y materia prima de producción sin considerar valores de energía, y aunque se contabiliza el agua, no se encuentran ecoindicadores al respecto. Tampoco se encontraron ecoindicadores de los siguientes materiales:

- Fibras: elastano de la mezclilla y nylon para etiquetas.
- Grapas de nylon.
- Químicos para el proceso de lavado: desengrasante, lubricante, humectante, silicón, suavizante.

En la etapa 3, “Comercialización y distribución”, se considero en el rubro de transporte, las distancias de planta a centro de distribución y la distancia de centro de distribución a puntos de venta como un solo viaje redondo, tomando el promedio de kilometraje a 29 ciudades capitales de la República Mexicana, y considerando un peso total de 1.77 toneladas, el cual considera una pérdida del 10% del consumo original de materiales textiles, que se da en el proceso de corte y costura. (Gobierno Vasco/IHOBE, 2010b). No se encontró el ecoindicador para el nylon de la plastiflecha.

No se evalúa en ecoindicadores en la etapa 4, “Uso del producto”, ya que no fue posible encontrarlos, ni de los procesos (lavado y planchado), ni de los materiales de uso del producto (agua y detergente).

En la etapa 5, “Fin de vida”, no se encontró ecoindicador para la disposición final de fibras textiles ni del nylon, por lo que no se evalúa la disposición final de la prenda completa, sino que sólo se evalúan las disposiciones del resto de material de embalaje de distribución y empaque individual.

Tabla de ecoindicadores, producción, uso y disposición

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto		Ecoindicadores		Resultado total		Resultado		
		Material o proceso	Cantidad	Indicador	644,805.64	mPt	mPt	
2. Producción Sólo se consideran los procesos a partir de que los insumos industriales llegan a plantas de costura y lavado.	Fibras textiles naturales	Algodón (mezclilla, poquetin)	627.83	kg	167.2	mPt	104,972.98	
	Fibras textiles sintéticas	Poliéster (mezclilla, poquetin, hilo, cierre y etiqueta de marca)	294.23	kg	1,515	mPt	445,761.19	
		Elastano (mezclilla) 80% poliuretano	13.81		kg	0	mPt	0.00
		Nylon (etiqueta de código y de cuidado)	3.00		kg	0	mPt	0.00
	Índigo	Baño del hilo de algodón				730	mPt	730.00
	Plásticos	Nylon (grapas para lavado)	38.25		kg	0	mPt	0.00
	Químicos	Desengrasante		75	l	0	mPt	0.00
		Lubricante		37.5	l	0	mPt	0.00
		Humectante		37.5	l	0	mPt	0.00
		Silicón		0.01	l	0	mPt	0.00
		Suavizante		90	l	0	mPt	0.00
		Agua	Agua	9000		l	0	mPt
	Metales	Latón (cierre, botón y remaches)		18.75	kg	0	mPt	0.00
		60% cobre		11.25	kg	1,400	mPt	15,750.00
40% zinc			7.5	kg	3,200	mPt	24,000.00	
Subtotal de materiales de producción							591,214.17	

3. Comercialización y distribución		3.1.1 Empaque individual						
3.1 Comercialización	Plásticos	Nylon (plastifecha)	0.102	kg	0	mPt	0.00	mPt
		Poliétileno (bolsa)	135	kg	380	mPt	51,300.00	mPt
Celulosa		Cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	22.5	kg	69	mPt	1,552.50	mPt
		Cartón sulfatado (caja individual)	0.35	kg	69	mPt	24.15	mPt
		Papel con adhesivo (etiqueta de código de barras individual)	2.25	kg	96	mPt	216.00	mPt
3.2 Distribución		Cartón corrugado (caja maestra)	0.866	kg	69	mPt	59.75	mPt
		Papel con adhesivo (etiqueta para caja maestra)	3.75	kg	96	mPt	360.00	mPt
		Camión de reparto de 3 toneladas (planta a centro de distribución) 1.77 toneladas	75.50	km	140	mPt	18,708.90	mPt
		Camión de reparto de 3 toneladas (centro de distribución, un solo viaje redondo, promedio de León a 29 ciudades capitales) 1.77 toneladas	1,660.72	km	140	mPt	411,525.73	mPt
		Subtotal de comercialización y distribución					53,512.40	mPt
4. Uso del producto	Lavado	Agua	9,675,000	l	0	mPt	0.00	mPt
		Detergente	7,014.38	l	0	mPt	0.00	mPt
	Secado				0	mPt	0.00	mPt
		Planchado			0	mPt	0.00	mPt
	Subtotal de uso del producto						0.00	mPt

Etapas del ciclo de vida del sistema- producto	Ecoindicadores		Resultado total			644,805.64	mPt	
	Material o proceso		Cantidad	Indicador	Resultado			
5. Fin de vida	5.1 Disposición de los materiales de distribución	Vertedero: cartón corrugado (caja maestra)	0.866	kg	4.2	mPt	3.64	mPt
			3.75	kg	4.3	mPt	16.13	mPt
	5.2 Disposición de los materiales de empaque individual	Basura doméstica: cartulina sulfatada sobre carton comprimido (etiqueta colgante)	22.5	kg	-3.3	mPt	-74.25	mPt
			0.35	kg	-3.3	mPt	-1.16	mPt
			2.25	kg	-0.13	mPt	-0.29	mPt
	5.3 Disposición de la prenda <i>jeans</i>	Basura doméstica: nylon (plastiflecha)	0.102	kg	0	mPt	0.00	mPt
			135.00	kg	1	mPt	135.00	mPt
	Subtotal de fin de vida		864.0306754	kg	0	mPt	0.00	mPt
							79.06	mPt

El motivo por el cual algunas categorías cuentan con resultado en cero, es debido a que los ecoindicadores no fueron localizados; se desconoce su impacto en milipuntos.

Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora

Tabla 6. Estrategias de mejora por etapa del ciclo de vida			
Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Estrategias de mejora del sistema-producto	Referencia	
1. Obtención de materiales	M1	Disminuir el uso de fibras sintéticas puras mediante el uso de fibras de pet reciclado.	Por ecoindicador de la fibra de poliéster puro y ecoindicador por el reciclaje del PET.
	M2	Disminuir el uso de fibras sintéticas, prefiriendo las telas con altos porcentajes de algodón.	Por ecoindicador de la fibra de poliéster puro contra el ecoindicador del algodón.
	M3	Preferir el teñido electroquímico para disminuir el consumo de energía y agua, así como evitar la producción de sales a los efluentes, que son productos residuales en el proceso de teñido.	http://www.redelec.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=6&lang=en
	M4	Preferir el teñidos con solubilidad al agua para evitar el uso de agentes químicos adicionales y la consiguiente generación de aguas residuales.	http://www.redelec.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=6&lang=en
	M5	Sustituir el uso de plastiflechas y grapas de nylon por los mismos elementos elaborados a partir de polipropileno reciclado.	Avery Dennison Guadalajara, en comunicación directa.
	M6	Utilización de cartones y papel reciclado para etiquetas, empaque y embalaje.	Por comparación de ecoindicadores de materiales nuevos vs reciclados y los ecopuntos por reciclaje.
	M7	Eliminación de la bolsa de empaque individual, evitando el aporte del material.	El ecoindicador de la bolsa es mucho mayor que el de la caja individual.
	M8	Promoción del uso de textiles orgánicos que evitan el uso de fertilizantes y pesticidas y la consiguiente contaminación de mantos acuíferos.	http://www.baobabyorganic.com/en/consejos-green/54-productos-organicos/49-algodon-convensional-vs-algodon-organico.html
	M9	Sustituir el uso de cierres con cinta de poliéster por cierres con cinta de algodón orgánico o cinta de PET reciclado.	http://www.ykk-usa.com/natulon.html y http://www.ykkfastening.com/products/zipper/metal_zipper/organic_cotton.html

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Estrategias de mejora del sistema-producto		Referencia
2. Producción	M10	Inventón de tecnología de tejeduría de géneros textiles planos similar al <i>"fully fashioned"</i> de los géneros de punto en donde a partir del hilo se tejen las piezas de la prenda y no el rollo de tela, evitando el desperdicio.	Prospectiva personal.
	M11	Generación de textiles con menos fijadores para reducir tiempo y sustancias de lavado.	Prospectiva personal.
3. Comercialización y distribución	M6	Eliminación de la bolsa de empaque individual.	El ecoindicador de la bolsa es mucho mayor que el de la caja individual.
4. Uso del producto	M12	Espaciar el lavado de las prendas para disminuir el consumo de energía, agua y detergente del proceso.	http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=14491
	M13	Eliminar el planchado de la prenda.	http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=14491
5. Fin de vida	M14	Reutilizar los materiales de embalaje.	Por ecoindicadores.
	M15	Promover el reciclaje de los empaques individuales.	Por ecoindicadores.
	M16	Elaborar estrategias de recolección y disposición adecuada de las prendas completas a desechar.	Por ecoindicadores.

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias mostradas en la misma.

Tabla de viabilidad de mejoras propuestas

Tabla 7. Viabilidad de las mejoras						
Etapas del ciclo de vida		Técnica sencilla	Factibilidad económica	Significado ambiental	Demanda social	Tiempos
1. Obtención de materiales	M1	+	-	+	+	C
	M2	+	-	+	Info	C
	M3	+	+	+	Info	C
	M4	+	+	+	-	C
	M5	+	-	+	Info	C
	M6	+	+	+	+	C
	M7	+	+	+	+	C
	M8	+	-	Info	+	C
	M9	+	-	+	Info	C
2. Producción	M10	Info	Info	Info	Info	Info
	M11	Info	Info	Info	Info	Info
3. Comercialización y distribución	M6	+	+	+	+	C
4. Uso del producto	M12	+	+	+	-	C
	M13	+	+	+	Info	C
5. Fin de vida	M14	+	+	+	+	C
	M15	+	Info	+	+	C
	M16	Info	Info	+	Info	Info

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias mostradas en la tabla 6.

Alternativas de mejoras de diseño

Debido a que los insumos son el mayor componente de impacto ambiental, se evalúan el cambio en los ecoindicadores al respecto de las fibras localizadas.

Alternativa 1

- Textil 100% algodón.
- Eliminación de la bolsa de empaque individual.

Valoración con ecoindicadores de la alternativa 1

Etapas del ciclo de vida del sistema-producto		Ecoindicadores		Tabla 8. Cálculo de ecoindicadores de alternativa 1			
		Material o proceso	Cantidad	Indicador	Resultado total	Resultado	
2. Producción Sólo se consideran los procesos a partir de que los insumos industriales llegan a plantas de costura y lavado.	Fibras textiles	100% algodón en todos los insumos de fibras textiles	938.87	kg	167.2	mPt	
	Índigo	Baño del hilo de algodón			730	mPt	
	Plásticos	Nylon (grapas para lavado)	38.25	kg	0	0.00	
	Químicos	Desengrasante		75	l	0	0.00
		Lubricante		37.5	l	0	0.00
		Humectante		37.5	l	0	0.00
		Silicón		0.01	l	0	0.00
		Suavizante		90	l	0	0.00
	Agua	Agua		9,000	l	0	0.00
	Metales	Latón (cierre, botón y remaches)		18.75	kg	0	0.00
		60% cobre		11.25	kg	1,400	15,750.00
		40% zinc		7.5	kg	3,200	24,000.00
	Subtotal de materiales de producción						197,458.63
							199,615.10

3. Comercialización y distribución	3.1 Comercialización	3.1.1. Empaque individual							
	Plásticos	Nylon (plastiflecha)	0.102	kg	0	mPt	0.00	mPt	
	Celulosa	Cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	22.5	kg	69	mPt	1,552.50	mPt	
		Cartón sulfatado (caja individual)	0.35	kg	69	mPt	24.15	mPt	
	3.2 Distribución	Papel con adhesivo (etiqueta de código de barras individual)	2.25	kg	96	mPt	216.00	mPt	
		Cartón corrugado (caja maestra)	0.866	kg	69	mPt	59.75	mPt	
		Papel con adhesivo (etiqueta para caja maestra)	3.75	kg	96	mPt	360.00	mPt	
		Camión de reparto de 3 toneladas (planta a centro de distribución) 1.77 toneladas	75.50	km	140	mPt	18,708.90	mPt	
			Camión de reparto de 3 toneladas (centro de distribución, un solo viaje redondo, promedio de León a 29 ciudades capitales) 1.77 toneladas	1,660.72	km	140	mPt	411,525.73	mPt
		Subtotal de comercialización y distribución					2,212.40	mPt	
4. Uso del producto	Lavado	Agua	9,675,000.00	l	0	mPt	0.00	mPt	
		Detergente	7,014.38	l	0	mPt	0.00	mPt	
	Secado				0	mPt	0.00	mPt	
	Planchado				0	mPt	0.00	mPt	
	Subtotal de uso del producto					0.00	mPt		

Ecoindicadores		Resultado total			199,615.10	mPt	
Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Material o proceso	Cantidad		Indicador	Resultado		
5. Fin de vida	5.1 Disposición de los materiales de distribución	0.866	kg	4.2	mPt	3.64	mPt
			kg	4.3	mPt	16.13	mPt
	5.2 Disposición de los materiales de empaque individual	22.5	kg	-3.3	mPt	-74.25	mPt
		0.35	kg	-3.3	mPt	-1.16	mPt
		2.25	kg	-0.13	mPt	-0.29	mPt
5.3 Disposición de la prenda <i>jeans</i>	0.102	kg	0	mPt	0.00	mPt	
	864.0306754	kg	0	mPt	0.00	mPt	
Subtotal fin de vida						-55.94	mPt

El motivo por el cual algunas categorías cuentan con resultado en cero, es debido a que los ecoindicadores no fueron localizados; se desconoce su impacto en milpuntos.

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa 2

- Textil 100% poliéster.
- Eliminación de la caja de empaque individual.

Valoración con ecoindicadores de la alternativa 2

Tabla 9. Cálculo de ecoindicadores de alternativa 2							
Etapas del ciclo de vida del sistema-producto	Ecoindicadores		Resultado total		Resultado		
	Material o proceso	Cantidad	Indicador				
2. Producción Sólo se consideran los procesos a partir de que los insumos industriales llegan a plantas de costura y lavado.	Fibras textiles	100% poliéster	938.87	kg	1,515	mPt	
	Índigo	Baño del hilo de algodón			730	mPt	
	Plásticos	Nylon (grapas para lavado)	38.25	kg	0	mPt	
	Químicos	Desengrasante	75	l	0	mPt	
		Lubrificante	37.5	l	0	mPt	
		Humectante	37.5	l	0	mPt	
		Silicón	0.01	l	0	mPt	
		Suavizante	90	l	0	mPt	
		Agua	9,000	l	0	mPt	
		Latón (cierre, botón y remaches)	18.75	kg	0	mPt	
		60% cobre	11.25	kg	1,400	mPt	
		40% zinc	7.5	kg	3,200	mPt	
	Subtotal de materiales de producción						
							1,462,864.14

Ecoindicadores		Resultado total			1,516,216.90	mPt		
Etapas del ciclo de vida del sistema- producto		Material o proceso	Cantidad	Indicador	Resultado			
3. Comercialización y distribución	3.1 Comercialización	3.1.1 Empaque individual						
	Plásticos	Nylon (plastiflecha)	0.102	kg	0	mPt	0.00	
	Celulosa		135	kg	380	mPt	51,300.00	
			Cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	22.5	kg	69	mPt	1,552.50
	3.2 Distribución		Cartón corrugado (caja maestra)	0.866	kg	69	mPt	59.75
			Papel con adhesivo (etiqueta para caja maestra)	3.75	kg	96	mPt	360.00
			Camión de reparto de 3 toneladas (planta a centro de distribución) 1.77 toneladas	75.50	km	140	mPt	18,708.90
		Camión de reparto de 3 toneladas (centro de distribución, un solo viaje redondo, promedio de León a 29 ciudades capitales) 1.77 toneladas	1,660.72	km	140	mPt	411,525.73	
	Subtotal de comercialización y distribución							53,272.25
								mPt

4. Uso del producto	Lavado	Agua	9,675,000.00	1	0	mPt	0.00	mPt
		Detergente	7,014.38	1	0	mPt	0.00	mPt
	Secado				0	mPt	0.00	mPt
	Planchado				0	mPt	0.00	mPt
	Subtotal uso del producto							
5. Fin de vida	5.1 Disposición de los materiales de distribución	Vertedero cartón corrugado (caja maestra)	0.866	kg	4.2	mPt	3.64	mPt
		Vertedero papel con adhesivo (Etiqueta para caja maestra)	3.75	kg	4.3	mPt	16.13	mPt
	5.2 Disposición de los materiales de empaque individual	Basura doméstica cartulina sulfatada sobre cartón comprimido (etiqueta colgante)	22.5	kg	-3.3	mPt	-74.25	mPt
		Basura doméstica nylon (plastiflecha)	0.102	kg	0	mPt	0.00	mPt
		Residuos urbanos polietileno (bolsa)	135.00	kg	1	mPt	135.00	mPt
	5.3 Disposición de la prenda <i>jeans</i>	Basura doméstica prenda completa (se considera una pérdida del 10% de textiles en el proceso de corte y confección)	864.0306754	kg	0	mPt	0.00	mPt
	Subtotal fin de vida							
							80.51	mPt

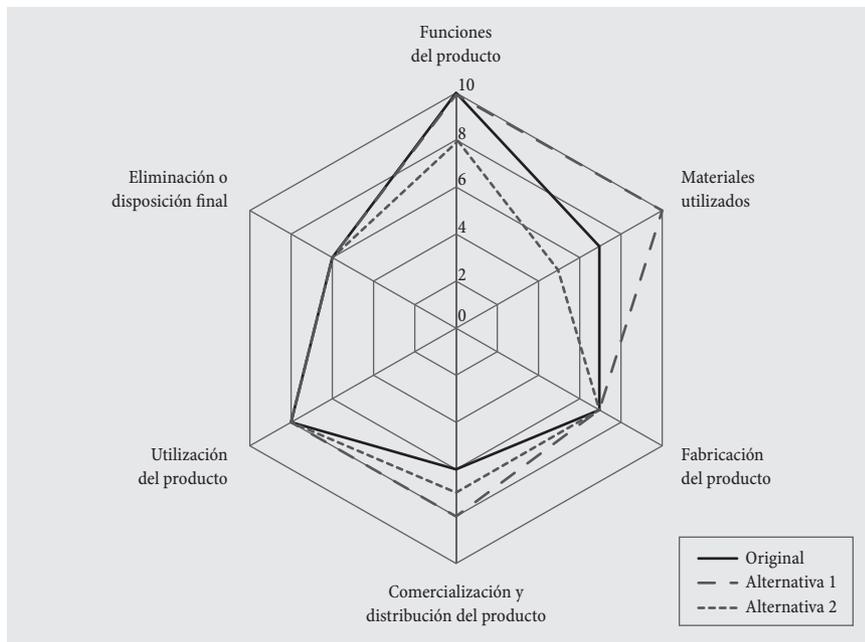
El motivo por el cual algunas categorías cuentan con resultado en cero, es debido a que los ecoindicadores no fueron localizados, se desconoce su impacto en milipuntos.

Fuente: Elaboración propia.

Ecoperfil comparativo de las alternativas

Tabla 10. Ecoperfil comparativo de las alternativas				
Concepto		Original	Alternativa 1	Alternativa 2
1	Funciones del producto	10	10	8
2	Materiales utilizados	7	10	5
3	Fabricación del producto	7	7	7
4	Comercialización y distribución del producto	6	8	7
5	Utilización del producto	8	8	8
6	Eliminación o disposición final	6	6	6

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2. Gráfica de ecoperfil comparativo.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En cuanto a la evaluación de impacto ambiental, es muy difícil encontrar la información de procesos y materiales especializados, por lo que realizar un correcto Análisis de Ciclo de Vida es costoso. Aunado a lo anterior, muchos de los productos de la industria del vestido contienen alta mezcla de materiales, por lo que la separación para evaluación, por estos mismos motivos, la evaluación cuantitativa de propuestas de mejora es también costosa o simplemente no se puede calcular.

En relación a la mezcla de los insumos de confección (telas, avíos y decoraciones), también surge el conflicto de la disposición final, los insumos están unidos firmemente desde origen, y los procesos de costura unen también firmemente los materiales textiles y decorativos, incluso en la enseñanza del diseño de moda e industria de moda, se promueve variación de materiales dentro de una misma prenda, para la diferenciación e identidad de marca.

A partir del análisis nos damos cuenta que siendo los materiales el insumo más alto en impacto en la presente evaluación, es de mucha importancia la generación de materiales textiles sintéticos de bajo impacto.

Muchas de las estrategias de mejora son fáciles de implementar, sin embargo, los altos costos asociados a las nuevas tecnologías y procesos de reciclaje y elaboración de productos, a partir de materiales reciclados, ocasiona desinterés en los empresarios, aun cuando es una demanda social, por lo que esto ocasiona una baja demanda de los mismos, generándose un círculo vicioso que no permite la accesibilidad económica de dichas propuestas.

La industria del vestido, de la moda, es altamente contaminante, ya que las estrategias de implementación de textiles más amigables con el ambiente y empaques menos contaminantes, y los impactos positivos que puedan generar, son ínfimas en relación al consumo que se promueve y los volúmenes de materia prima que esto genera, así como a los altos gastos energéticos que se requieren para soportar las prácticas de comercio internacional utilizadas para la obtención de precios competitivos.

La enseñanza del ecodiseño y promoción del uso de materiales y prácticas menos contaminantes en la industria, así como una intensa concientización dirigida hacia el consumo responsable y sustentable, son medidas urgentes de aplicar.

Bibliografía

GOBIERNO VASCO/IHOBE, DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, AGRICULTURA Y PESCA (2010a). *Guías Sectoriales de ecodiseño Textil*. Bilbao: IHOBE. Recuperado de <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-home/es>

— (2010b). *Anexo II. Análisis de Ciclo Vida de productos textiles*. Bilbao: IHOBE. Recuperado de <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-home/es>

GONZÁLEZ, F. (2010a, marzo). 9. *Ecodiseño maestría 2010a: Ecodiseño* [presentación en línea]. Recuperado de <http://www.slideshare.net/pacoupc>

— (2010b). 14. *Conclusión maestría 2010: Matriz MET. Herramienta semicuantitativa de valoración ambiental del producto* [presentación en línea]. Recuperado de <http://www.slideshare.net/pacoupc>

CAPÍTULO 7

Reciclado**

Introducción

El estudio del metabolismo industrial permite seguir los flujos de los materiales y la energía desde la extracción inicial del recurso, el proceso industrial, la manufactura, el uso por el consumidor y la disposición final de sus residuos. Conforme el tiempo pasa, los productos también se convierten en residuos. En las economías industrializadas, y en menor medida, en las no industrializadas, las cantidades de residuos son muy grandes, y hasta hace poco tiempo la generalidad de las empresas ponía muy poca atención a este hecho.

Los sistemas industriales convencionales contrastan con los ecosistemas naturales, en los cuales los organismos interactúan y evolucionan de manera que mediante el reuso o el reciclado aprovechan cualquier cantidad de materia y energía disponible, lo que permite cerrar un ciclo virtuoso.

La ecología industrial busca el desarrollo de productos y de procesos con el mínimo de residuos posibles. Si bien parece verdad que ciertas cantidades de residuos son inevitables, con la estructura industrial de hoy se busca que los “desechos” sean utilizados como flujos de entrada para otros procesos, es decir, que se consideren como valiosos o sean “valorados”. Así pues, esta planificación de flujos y materiales resulta de sumo atractivo tanto para las industrias como para los medioambientalistas.

** Este capítulo contó con la colaboración de Luis Alberto Rosa Sierra.

Entre otras medidas operativas hacia la ecoeficiencia, en las empresas encontramos el tratamiento y la valoración de las emisiones y residuos producidos en los procesos de fabricación. De aquí la siguiente clasificación:

- *Valoración interna de residuos.* Se caracterizan por incluir el reciclaje y la reutilización interna de los residuos o emisiones de la empresa. Se pueden valorizar internamente los residuos aprovechándolos para la elaboración de otro producto si la cantidad de ellos es suficiente para rentabilizar la instalación del proceso de tratamiento, y en el caso que la planta tenga capacidad para la aplicación de las técnicas necesarias.
- *Valoración externa de residuos.* Si los residuos que genera un proceso productivo no se pueden incorporar al ciclo productivo, hay otras opciones, como son la venta de los mismos residuos como subproducto o la gestión por parte de un tercero.

Cabe mencionar que transformar el residuo en un producto útil para otra empresa es una manera de obtener ingresos con los residuos generados, así como darles un valor añadido, y sobre todo, una manera de solucionar un problema. En el caso de que el residuo generado no tenga salida en el mercado como subproducto, queda la opción de contratar gestores en la valoración de los residuos para su eliminación de manera ambientalmente responsable. Para esto, hay dos maneras para hacerlo: conducirlos a vertederos gestionados, o bien, incinerarlos; ambas salidas deben ser consideradas como últimos recursos para la empresa.

Reciclado, reuso y diseño respetuoso del medio ambiente

La ecología industrial requiere que un sistema industrial no se considere aislado de los sistemas que lo rodean, sino que esté relacionado con ellos, con el fin de optimizar el ciclo total de los materiales desde la materia prima hasta su disposición final (Fundación Terram, s/a).

El cierre de los ciclos sólo puede darse si los materiales de los que están hechos los productos son reincorporados al flujo industrial al término de su

vida útil y son vueltos a transformar en nuevos productos. Es decir que para eficientar el cierre de los ciclos, existe una dependencia del diseño del producto y de los procesos. Graedel y Allenby (2009) dentro de su propuesta de *Environmentally Conscious Design* (ECD), señalan que los productos deberán ser diseñados para promover la práctica del Reciclado, la Remanufactura y el Reuso (las 3 R's), para lo cual habrá que seguir los siguientes principios:

- Todo el material que entra a un proceso de producción debe abandonarlo como parte de un producto.
- Toda la energía que ingresa al flujo deberá tener una aplicación útil.
- Los productos deberán ser hechos con la mayor parte posible de materiales no tóxicos.
- Los productos deberán ser diseñados de tal manera que otros productos útiles puedan ser fabricados a partir de ellos al fin de su ciclo de vida.
- Los productos serán diseñados con un mínimo de materiales de embalaje y procurando el máximo uso de materiales reciclados y partes de reuso.

Los mismos autores señalan que mientras más nos acerquemos a los comienzos del flujo de materiales, mayor será también la energía necesaria para la recuperación de una unidad de ese material.

Esto indica que no basta con hacer posible el reciclado a través del diseño del producto y del proceso, sino que habrá que buscar mantener la utilidad que intrínsecamente presenta (conservación de utilidad [CU]), aunque en términos prácticos resulta muy difícil evitar cierta degradación, por mínima que sea ésta, en un material o parte reciclados. De cualquier manera, el reuso de un material siempre será mejor que su destrucción.

Cabe señalar que el concepto de *la conservación de utilidad* es de gran importancia para el equipo de planificación y diseño de producto y procesos, ya que permite lograr una mejoría en la eficiencia ambiental del nuevo producto.

Al respecto, Graedel y Allenby (1996) señalan cuatro formas de conservación y modificación de la utilidad (figura 21), donde la primera forma es la estrategia básica en que el productor conserva su utilidad únicamente por medio del mantenimiento; incluso se puede incrementar la eficiencia del producto con avances tecnológicos que se le pueden agregar (práctica

común en el medio de los usuarios intensos de ordenador). Así pues, con el tiempo el producto perderá vigencia o será incapaz de prestar el servicio satisfactoriamente, por lo que habrá de ser reemplazado. Aquí la eficiencia del equipo que ha diseñado el producto se hace evidente en la medida que el reciclado pueda reubicarse en las partes más elevadas en los flujos de materiales industriales.

El objetivo es que el diseño permita la renovación y actualización mediante un pequeño número de partes nuevas del producto, al mismo tiempo que aquellas que se han retirado se utilicen (ya renovadas de ser necesario) en otro producto o en el mismo de donde proceden.

El siguiente diseño es aquel que al ser retirado permite que la mayoría de sus subensambles sean aprovechados en otros productos. Y por último, se encuentra el caso donde el producto desplazado es completamente desguasado y sus materiales separados, por lo que se pierde o minimiza la utilidad (CU) disponible en ese objeto, y que en el último de los casos, sea la recuperación energética. Esta estrategia resulta la de menor atractivo para los fines del diseño respetuoso del medio ambiente, y dentro de las restricciones del proyecto, se debe evitar.

Asimismo, hay muchas razones para planificar y diseñar productos y procesos que favorezcan el reciclado; para la sociedad en su conjunto es importante, ya que permitirá disminuir la presión sobre los recursos, cooperará a disminuir la contaminación sobre el medio y a la menor cantidad de residuos destinados al vertedero. Es por eso que para las empresas el reciclado representa la posibilidad de atender otros mercados antes no considerados, mejorar su imagen acorde a un problema que preocupa a las comunidades, atender nuevos marcos jurídicos o de gestión medioambiental y, finalmente, aprovechar el valor económico de lo reciclado.

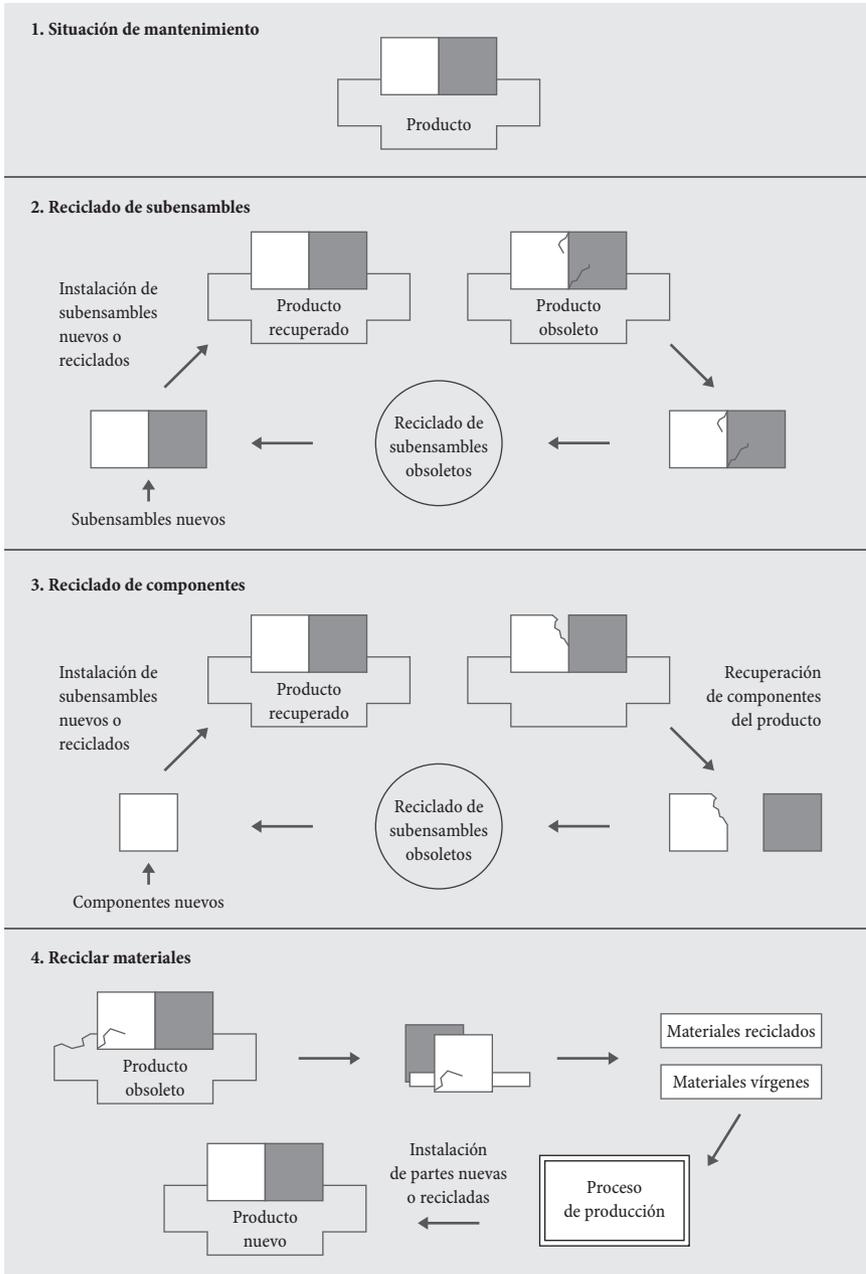


Figura 21. La jerarquización en las preferencias en el reciclado de productos industriales según Graedel y Allenby.

Fuente: Adaptación de la figura que aparece en Graedel y Allenby, 1996: 91.

Para lograr que el diseño de productos y procesos favorezcan el reciclado, hay que observar algunas consideraciones generales, la primera y más importante es que hay que llevar al mínimo el número de materiales diferentes en un producto, así como la cantidad de sus elementos. Con ello los trabajos de identificación y revaloración de materiales se verá beneficiada, por un lado, en el tiempo invertido en ello y la capacitación de operarios, y por el otro, evitará que los materiales reciclados se apliquen en usos para los cuales se encuentran sobre-especificados o sub-especificados y la consecuente caída de calidad en el producto.

Cabe decir que muchas veces las demandas del mercado, la moda o la estética del producto no permiten esta reducción en la diversidad de materiales, acabados y formas, pero esta preocupación no debe disminuir en la empresa.

Otro objetivo de importancia es el evitar sustancias tóxicas. Este punto es de gran interés para los esfuerzos de reciclado, ya que inhibe el desensamble, el reuso, e incluso, la valoración energética. De requerirse el uso de materiales tóxicos en un producto, éstos deben ser identificables y fácilmente separables, como se muestra en cualquier batería automotriz moderna.

Una recomendación más para mejorar las posibilidades de reciclado, es la de no unir materiales diferentes, de manera que se dificulte su separación; un buen ejemplo de ello es la notable dificultad para retirar las etiquetas de papel o metálicas de un envase de vidrio, aunque otros ejemplos menos familiares los encontramos en los tableros y volantes de los automóviles. Siempre que se da una situación donde es inevitable este hecho, habrá de ofrecerse de alguna manera la posibilidad de separar los materiales de la forma más rápida, ya que un argumento siempre en contra del reciclado es la mano de obra necesaria para su reacondicionamiento.

Planificación y diseño para el reciclado

Remanufactura

La mayoría de los productos con vida larga no se desgastan simultáneamente en todas sus partes; algunas se desgastan antes que otras, o algún

componente de especial importancia resulta obsoleto para el sistema al que da su servicio, o simplemente fallan. Así pues, como hemos comentado, el reciclado más buscado debe ser aquel que se realiza en las partes más altas de la conservación de utilidad de los materiales, y una buena manera de lograr esta meta es el remanufacturado.

Esta estrategia busca el reuso de productos obsoletos o de partes obsoletas de productos, mediante la retención de los componentes que permitan su reacondicionamiento, en condiciones idénticas como cuando nuevo o incluso con mejoras tecnológicas. Este proceso en general permite ofrecer productos que cumplen sus funciones satisfactoriamente a menor coste que uno nuevo (como ejemplos contamos con las copiadoras de oficina y los motores eléctricos para usos industriales con un largo historial de remanufacturado), además de que es una práctica que tiende a ser responsable con el medio ambiente.

Ahora bien, la remanufactura para ser exitosa requiere de una buena relación del fabricante con el usuario, pero además demanda de un diseño de alta calidad proyectual y solidez en el producto. La combinación de estos dos factores determinará el grado en el que es viable la remanufactura en el producto o en sus partes.

Aquí resulta pertinente, para los mejores resultados, una práctica de diseño modular, donde el equipo de desarrollo puede determinar aquellas partes y componentes que requerirán ser remanufacturadas antes que otras, procurando así en el diseño que la parte sea removible fácilmente para su remanufactura, mientras otra pieza idéntica, ya remanufacturada, se coloca en su lugar. Podemos observar esto en muchas impresoras domésticas, donde el cartucho vacío es retirado del aparato y en su lugar se coloca uno ya remanufacturado.

La manera en que las partes de un producto se mantienen juntas unas con otras es de gran importancia para la reciclabilidad del mismo, independientemente de lo acertado de la selección de sus materiales. El reto para el equipo de diseño es el de proyectar un producto confiable por su solidez y servicio, así como que sea fácilmente desmantelable al final de su ciclo de vida. Generalmente se acepta que si un producto está bien diseñado, es también fácil de manufacturar (por ejemplo, no excede la cantidad, posición y tipo de tornillos necesarios), por lo que muchas de las condiciones de reciclado han sido tomadas en cuenta.

Cabe mencionar que los tornillos son el sistema de sujeción usual en la mayoría de los productos que requieren una unión confiable. Se deben usar los menos posibles, y el número de tipos y tamaños empleados será también el mínimo.

Al respecto, una dificultad de especial interés para este trabajo es la aplicación de insertos metálicos en piezas de plástico, que para ser separados de los productos que los alojan, tienen que ser calentados por medios más agresivos, incluso que los empleados para fijarlos originalmente. Así, desde el punto de vista de la facilidad de reciclado, es conveniente usarlos sólo de ser necesario, y seleccionar la ubicación de los mismos con sumo cuidado, procurando sitios de alojamiento que favorezcan su calentamiento para reciclado.

Desensamblado

Es posible que cuando escuchemos por primera vez el término “diseño para el desensamblable”, pueda parecernos extraño, ya que la costumbre nos dice que se planifica y diseña un producto precisamente para que no se desensamble; sin embargo, la presión de las leyes medioambientales que en un futuro próximo obligarán a ciertos tipos de empresas a hacerse cargo de sus productos al terminar su ciclo de vida (como parece que será el caso de la industria automotriz en Europa) y la oportunidad de negocio que representa el reciclado, han impulsado el desarrollo de técnicas para hacer más eficiente el desensamblado.

Hay básicamente dos tipos de desensamblable:

1. *Desensamblable reversible o no destructivo*. Aquí el producto se separa respetando la integridad de sus elementos, esto es, retirando los tornillos y destrabando ensambles.
2. *Desensamblable irreversible o destructivo*. Las partes del producto son separadas cortando o rompiendo sus medios de sujeción.

La selección de la estrategia de desensamblable a usar depende de los fines que busca la empresa para los materiales que resultan del proceso. Si el producto será remanufacturado, sin duda la primera opción es la adecuada, pero si se busca obtener materiales para reciclarse como materia prima de

un producto diferente, o bien, para valoración energética, el desensamble destructivo deberá ser la selección.

Hay que hacer notar que una preocupación constante para el practicante del desensamble es la cantidad de pasos necesarios para liberar los componentes de un producto. Se puede afirmar que en el caso extremo de que el material esté destinado al vertedero, el costo más elevado del desensamble será simplemente cuando no se ha practicado ninguna operación, ya que el producto se encontrará con el cien por ciento del volumen original, lo cual encarece la gestión de disposición del material o el manejo para su incineración. Una conducta opuesta es cuando el material se dirige a reuso o remanufactura, donde cada paso para el desensamble aumentará los costes. El equipo de diseño puede cooperar o disminuir de manera importante estos costes de fin de ciclo de vida de los productos mediante diseños que favorezcan estas operaciones, y así, el medio ambiente y la empresa, resultarán beneficiados.

Identificación

Otro aspecto que merece toda la atención del equipo de diseño es el referente a la facilidad en la identificación de los materiales con los cuales un producto se ha manufacturado.

Este punto resulta un serio problema cuando la gestión de reciclados se da en una empresa que recibe componentes sin identificación y provenientes de diferentes industrias (caso muy común en las empresas de los plásticos), lo que muchas veces resulta que, a falta de información, los materiales son procesados uniformemente, situación que muchas veces propicia que reciclados de altas especificaciones se destinen a otras aplicaciones que requieren de menor intensidad de uso o en el peor de los casos, sean incinerados.

En relación con esto, la industria y los gobiernos han propuesto diversas acciones para favorecer la identificación en el reciclado, los cuales se pueden resumir en dos: la primera, y más usada, es marcar los materiales con símbolos conocidos por los interesados, cuyo ejemplo más popular son los usados en los materiales plásticos. La segunda propuesta apunta a que en cada parte susceptible de ser reciclada, se integre un pequeño componente electrónico que contiene la información acerca del material utilizado.

Los esfuerzos para lograr un consenso acerca de las formas para la identificación de materiales para reciclado, y en ciertas áreas —como el embalaje, la industria aeronáutica y los plásticos—, los avances son notables; sin embargo, aún queda mucho por hacer en cuanto al logro de una norma internacionalmente aceptada y difundida.

Es importante mencionar que el reciclado es un vocablo común hoy en día, y se observa como la gran opción para solucionar el gran problema de los residuos. Las tres “erres” —Reducir, Reciclar y Reutilizar— señalan los medioambientalistas, son los caminos a seguir; sin embargo, la decisión de aplicar políticas de reciclado indiscriminadamente puede no resultar en las mejoras ambientales esperadas.

Situaciones como el impacto generado por el transporte de los reciclados o la utilización poco ética o simplemente equivocada de un material recuperado, puede provocar más distorsiones en el entorno, que si no se hubiese optado por el reciclado. De esta manera, un análisis cuidadoso es un imperativo previo a los trabajos de reciclado, reutilizado o remanufacturado, que permitirá tomar el mejor camino para cada problema específico.

Bibliografía

- FUNDACIÓN TERRAM (s/a). *Ecología Industrial Chile* [en línea]. Recuperado de <http://www.terram.cv.cl/ecolog'industrial.htm>
- GRAEDEL, T.E. Y ALLENBY, B.R. (2009). *Environmentally Conscious Design* [en línea]. Recuperado de <http://www.mfg.mtu.edu/cyberman/environment/ecd.principles.html>
- (1996). *Design for Environment*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, capítulo 8.

Conclusiones

Desde sus comienzos, cuando se le concibió como “el arte de dar forma a los productos generados masivamente”, el diseño industrial ha estado firmemente unido a la cultura del consumo. Ya en la mente de sus precursores ingleses, alemanes y norteamericanos, la figura del diseño se asoció con la de una herramienta promotora de las ventas, tal como son los casos de Henry Cole en Inglaterra y Herman Mulhesius en Alemania. Así pues, dicha forma de práctica profesional se desarrolló ampliamente a manera de consultores independientes o de empleo fijo en las grandes empresas de todo el mundo en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial. Hoy en día, el modelo se muestra vigente, cobijado por una economía global, y cuyos mercados no reconocen fronteras.

Mientras continúa el proceso de legitimización del diseño como un factor de gran importancia en la competitividad de las empresas, diversas corrientes críticas, provenientes de la misma profesión, se han dejado escuchar con voces que llaman a un redireccionamiento en los fines de su oficio. Tal vez el más agresivo de esos críticos fue Victor Papanek (1972), quien en su célebre publicación “*Diseñar para el mundo real*”, se expresó de esta manera:

Hoy día el diseñador industrial es una forma de asesino inmerso en el sistema de la producción masiva... creando nuevas formas de basura permanente que se acumulan en el paisaje, y seleccionando materiales y procesos industriales que envenenan nuestro ambiente, los diseñadores se han convertido en una especie peligrosa (Papanek, 1997: 42).

Diseñar para el mundo real provocó en su momento una gran ola de simpatía en muchos diseñadores y estudiantes de diseño que buscaban alternativas novedosas para la profesión. Papanek, entre otras cosas, buscó intensamente el trabajo hacia la innovación, y no sólo generar formas atractivas, cuyo fin no era otro que el de su promoción comercial. Para ellos, a través de sus alumnos, y en su propia oferta profesional, desarrolló numerosas propuestas, procurando el uso de tecnología de baja complejidad y de partes recicladas que aplicó en problemas de contaminación y de ayuda para poblaciones poco atendidas, como las de los disminuidos físicos. Su labor más notoria la llevó a cabo en países en vías de desarrollo, y como era de esperarse, fue acremente atacado por otros grupos de diseñadores con posturas conservadoras. La llamada de atención de Papanek acerca de un diseñador activo participante en el deterioro del ambiente introdujo un nuevo elemento en el discurso del diseño, aunque éste permaneció marginado y no tuvo (en apariencia) un efecto significativo en la profesión del diseño industrial.

Años antes, un ingeniero visionario R. Buckminster Fuller (1998),¹ propuso también una nueva forma de entender el diseño en la industria. B. Fuller, desde sus inicios en la práctica, buscó considerar nuevas formas para solucionar problemas, basándose en la utilización de técnicas provenientes de diferentes campos de la tecnología, y no sólo gestionar mejoras en los productos y los procesos ya existentes.

Es famosa aquella propuesta que revolucionó los conceptos de la construcción en los Estados Unidos de América, donde una casa completamente terminada era depositada por un helicóptero en un sitio habilitado para tal fin, con lo cual se solucionaban una gran cantidad de problemas propios de las formas de edificación tradicionales. Otro diseño que ilustra el pensamiento de B. Fuller, fue la de un vehículo capaz de girar sus cuatro ruedas para favorecer el aparcamiento del mismo. El trabajo de este diseñador tuvo especial impacto en aplicaciones innovadoras para el ejército norteamericano durante la Segunda Guerra Mundial, como fueron los casos de construcciones provisionales, y tiendas de campaña de bajo peso, sólidas y fáciles de armar, donde dejó evidencia de una búsqueda sistemática

¹ Existe una interesante cantidad de información sobre el trabajo de B. Fuller. Entre las fuentes electrónicas, una que realizan una revisión seria e ilustrada de su trabajo e ideario profesional es: <http://www.bfi.org>

para replantear el trabajo del diseñador. A diferencia de Papanek, B. Fuller buscó siempre las soluciones a problemas de diseño en la tecnología más avanzada, y lo más importante, siempre pensó en términos de sistemas, y no de objetos independientes.

Así pues, B. Fuller fue invitado a trabajar como académico en la Universidad de Carbondale en el estado norteamericano de Illinois, donde participó en un proyecto pionero denominado *World Design Decade*, cuyo objetivo era que a lo largo del período de 1965 a 1975, demostraría la conveniencia de la participación del diseño industrial en la búsqueda de soluciones a los grandes problemas del planeta. Victor Margolin (1998) señala que muchos de los objetivos entonces marcados para el proyecto, nos resultan hoy de gran actualidad para el desarrollo sostenible, entre ellos:

- Revisar el uso de la energía en el mundo.
- Plantear nuevos usos más eficientes de los materiales, como es el caso de los metales.
- Integrar maquinaria más eficiente en los procesos industriales.

B. Fuller y su equipo llegaron, incluso, a proponer un gran *display* electrónico que marcaría gráficamente, y de forma actualizada al minuto, la disponibilidad de recursos en el planeta. La idea nunca se llevó a cabo, pero da muestra de las inquietudes de ese equipo de diseñadores y de lo visionario de sus ideas.

Cabe mencionar que a las voces de Papanek y B. Fuller, se han sumado otras como las de Gui Bonsiepe (1984) y Tomás Maldonado (1974), que aunque sus ideas poco han permeado más allá de los ámbitos académicos e intelectuales, han dejado casi intacta la imagen de un diseñador dedicado únicamente a promover la cultura del consumo indiscriminado. Margolin (1998: 85) señala que este hecho ha dejado a muchos diseñadores frustrados, especialmente aquellos que observan cómo crecen las tensiones propias de una situación ambiental insostenible. Han sido modestas las aportaciones hacia la creación de productos respetuosos del ambiente, y no podemos considerarlas más que buenas intenciones, comparadas con las dimensiones de los problemas que nos aquejan.

Las preguntas claves aquí son: ¿Cuál debe ser el rol del diseño industrial en la cultura de la sostenibilidad?, ¿cómo redireccionar la profesión del

diseño?, ¿cómo reinventar la cultura del diseño que permita ofrecer soluciones atractivas para la problemática ambiental de hoy? Como se ha visto con excepciones brillantes, pero pocas como las de Papanek y B. Fuller, la mayoría de los diseñadores seguimos atados a la cultura del consumo, lo cual lleva a situaciones claramente insatisfactorias de cara a un mundo viable.

Tal como otras profesiones, la del diseño industrial tendrá que encontrar una nueva oferta que la haga atractiva dentro de la visión de sostenibilidad, que demanda ya la sociedad, a través de propuestas que ofrezcan soluciones innovadoras a los problemas de todos los días, y no solamente cambiando la apariencia de los objetos.

Parece que hay que empezar por reconocer el problema de origen, es decir, que el diseño industrial partió de una situación que demandaba agilizar los mercados más que una necesidad social real. El escenario ha cambiado y los diseñadores formados en las escuelas están dotados con conocimientos y habilidades que sobrepasan por mucho la única intención de dar una forma atractiva a un material; esto es, a todas luces, un desperdicio de recursos. Por otro lado, resulta cada vez más evidente que la creciente complejidad en el desarrollo de productos, ya no permite que el diseñador del mismo sea el centro de la actividad; este protagonismo lo tendrá que compartir con otras muchas profesiones, como las diversas áreas de la ingeniería (entre ellas, aquellas cercanas a la problemática ambiental), la ergonomía, el comercio y otras.

Una vez que el diseño haya roto ese paradigma de considerarse *él* el núcleo del desarrollo de un producto, el siguiente paso será encontrar las nuevas relaciones que deberá establecer con los otros actores del proceso de diseño. Tal como lo señala Victor Margolin (1998: 87) “el poder del diseño está en la concepción y en la planificación” y no en el encargo de dar forma a las cosas. Esta nueva visión de sí mismo obliga al diseño a cambiar desde las aulas en las cuales se forman los diseñadores, y donde hoy son preparados de forma insuficiente para establecer nexos provechosos con otras profesiones como la ingeniería o la ecología. La tarea no es fácil, ya que el sistema basado en el consumo busca mantener la imagen de siempre de un diseñador, y da poca licencia para un nuevo pensamiento orientado hacia la cultura de la sostenibilidad. Sin embargo, diseñadores como Kenji Ekuan y Alexander Manu, alimentan refrescantes ideas desde su práctica profesional y académica. Por un lado, Ekuan (1997b, citado por Margolin, 1998) señala:

[...] el diseño da la impresión de encontrarse en un estado de estancamiento en su ideología y sus actividades. Uno tiene la impresión de que se ha apartado y simplemente observa los hechos [...] crece la necesidad de que el diseño redefina sus fines y encuentre una nueva estructura organizacional para sí mismo (p. 257).

De esta manera Kenji Ekuan señala la necesidad de que el diseño participe a través de la innovación en una nueva forma de estilo de vida cotidiana compatible con el medio ambiente. Además de reconocer que la práctica actual resulta, en el mejor de los casos, inadecuada para el entorno, y que el diseño está adormecido en sus costumbres. El mismo Ekuan propone una solución que se expresa en forma por demás sencilla: “Colaboración interdisciplinaria e internacional en todos los campos del diseño” (1997a, citado por Margolin, 1998: 257). Por otro lado, Alexander Manu (1997), a través del concepto de la *Aldea Humana*, expuesto en el Congreso del ICSID de Toronto (1997), propone la necesidad de que el diseñador recupere su sentido de conciencia social y ponga su trabajo al servicio de la comunidad. Esta propuesta de llamar a la nobleza profesional del diseñador no puede ir más allá que ser una invitación a reflexionar y cambiar; es ahí donde radica su riqueza.

El reto de crear un mundo viable ha pasado de ser un idealismo a una cuestión de supervivencia en un futuro muy cercano. El ser humano ha emprendido una carrera contra el tiempo, y el entender esta situación resulta imprescindible para proponer una nueva forma de diseño. Paradójicamente una profesión que vive en el cambio tiene que cambiar, y no le está siendo fácil ni satisfactorio comprender que sus modelos no funcionan más. Muchos conceptos como diseño para el reciclado, para la remanufactura, y el ecodiseño, entre otros más; y herramientas como la de análisis de ciclo de vida, son indicadores de que se está buscando una nueva forma de actuar, pero esto no es suficiente. El diseño se tiene que distanciar de la cultura del consumo como su único fin y dirigirse a una participación más significativa en la sostenibilidad a través de la propuesta de soluciones innovadoras, y no sólo soluciones mejoradas.

Al respecto, Victor Margolin (1998) señala dos grandes obstáculos para el cambio real en el diseño. Primero, hay una *crisis de disposición*. Eso quiere decir que hasta que el diseñador no observa directamente la necesidad de

ese cambio, no está dispuesto a modificar su práctica, algo que Papanek y Bonsiepe en su momento buscaron insistentemente demostrar en países en vías de desarrollo. Segundo, es la *crisis de imaginación*, que se puede observar en muchas escuelas de diseño donde la enseñanza de la disciplina no ha cambiado de forma significativa en mucho tiempo, si es que alguna vez lo ha hecho. Así, las referencias de un diseño responsable ambientalmente o los logros de los diseñadores en este campo pocas veces son discutidas. Por otro lado, cabe señalar que hay alentadoras noticias acerca de una escuela cuyo programa abiertamente busca la formación de un diseñador profesionalmente competitivo, pero sobre todo consciente de su papel con respecto a medio.

Por tanto, la necesidad del cambio del diseño hacia una práctica más atenta al medio ambiente parece que es una idea generalizada en todos sus actores en mayor o menor medida, sin embargo, hay un riesgo mayor a no entender esta necesidad, y éste es el de malinterpretarla; tal como lo mencionamos párrafos arriba, la fortaleza real del diseño está en la concepción y planificación. Así pues, como lo maneja Clive Dilnot (1982, citado por Margolin, 1998), éstas son tareas de orden superior que tienen que ser separadas de aquellas que únicamente buscan dar forma a los objetos para el mercado. Los diseñadores tienen la posibilidad de crear dentro de sus mentes *soluciones a los problemas del hombre*, ésa es su función básica, y va mucho más allá de algunas propuestas técnicas de incorporar sólo mejoras a los procesos de diseño o a los productos que resultan sólo en intentos de incorporar ideas ambientales a las viejas prácticas. Y es aquí donde es necesario traer las ideas de Pauline Medge (1997), quien busca establecer la diferenciación entre el “diseño verde” y el “diseño sostenible”.

El primero, se popularizó a principios de la década de los noventa, y consiste en atender algunos aspectos relativos, principalmente a la imagen del producto, con la intención de ampliar mercados. El “diseño sostenible” representa una constante ampliación crítica de la teoría y la práctica hacia la solución de problemas sociales desde la perspectiva, no sólo del diseño, sino del medio ambiente. El diseño verde se enfoca en *solucionar el producto*, y el diseño sostenible, en *revisar los sistemas de necesidades* que demandan una solución desde la innovación. Este es el reto en pocas palabras, el reto para el diseño, el reto de la *eco-innovación*.

Finalmente, podemos resumir que muchas de las tareas específicas que demandan en estos momentos la sostenibilidad son atendidas por el diseño

con las herramientas que siempre ha tenido a la mano. Muchas ni siquiera han sido identificadas como campo de trabajo para el mismo diseño, y esto se debe a que no hay una nueva estructura en la profesión acorde a la *cultura de la sostenibilidad*. El diseño industrial debe representar su actividad, tanto en lo individual como en lo gremial, de manera que logre encontrar nuevos caminos para atender problemas diferentes de la sociedad, como pueden ser los nuevos diseños para cooperar a la solución de la necesidad de habitación o del apremiante requerimiento de agua potable o su saneamiento, esto sólo para señalar un par de ejemplos entre muchísimos más. Pero si sólo buscamos responder dando forma a los objetos, poco se habrá avanzado, y otras profesiones tendrán incluso, que resolver los problemas, de los cuales el diseño será uno más. Debemos participar del enorme redireccionamiento que da la humanidad para corregir los errores del pasado, si es que queremos lograr que el planeta retorne a una deseable condición de sostenibilidad.

Bibliografía

- BONSIEPE, G. (1984). *El diseño de la periferia*. México: Ed. Gustavo Gili.
- BUCKMINSTER FULLER, R. (1963). *No more secondhand God and other writings*. Southern Illinois University Press.
- DILNOT, C. (1982). Design as a socially significant activity. *Design Studies*, 3 (2),
- EKUAN, K. (1997a, abril). A new age, new design values. *ICSID NEWS*, 2.
- (1997b, junio). Organizational creativity at a turning point. *ICSID NEWS*, 3.
- MALDONADO, T. (1974). *El diseño industrial reconsiderado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MANU, A. (1997). *Chasing butterflies and...* Conferencia en el ICSID International Workshop. Cuernavaca, Morelos, México.
- MARGOLIN, V. (1998). Design for a sustainable World. *Design Issues*, 4 (2), 83-92.
- MEDGE, P. (1997). Ecological Design: A new critique. *Design Issues*, 12 (2), 44.
- PAPANÉK, V. (1997). *Diseñar para el mundo real*. *Ecología Humana*. Madrid: Herman Blume editores.

FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ MADARIAGA

Diseñador industrial por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (1977-1981); especialista en Materiales y Procesos, y maestro en Diseño Industrial en el área de Materiales Plásticos (1995) por la Unidad de Posgrados del Centro de Investigaciones en Diseño Industrial (CIDI) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); es doctor en Proyectos de Innovación Tecnológica en la Ingeniería de Producto y Proceso por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Cataluña (ETSEIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya en Barcelona, España (2005).

Actualmente conduce proyectos de investigación en las áreas de reciclaje de residuos de plástico, y en el diseño de productos industriales con menor impacto al medio ambiente; y es conferencista y profesor visitante en México y en otros países.

Autor de publicaciones en áreas como: tecnología de los plásticos, la enseñanza del diseño y el desarrollo de productos de plástico a diseñadores industriales e ingenieros, desarrollo de nuevos materiales compuestos, y en el diseño de productos industriales con menor impacto al medio ambiente.

Es profesor-investigador titular del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).