

2015

Resultados 2015

Proyecto ECO-ACV

Desarrollo de una metodología para incorporar procesos y materiales más eficientes, sostenibles y competitivos en el sector de mobiliario para colectividades

Nº Expte IMAMCF/2015/1



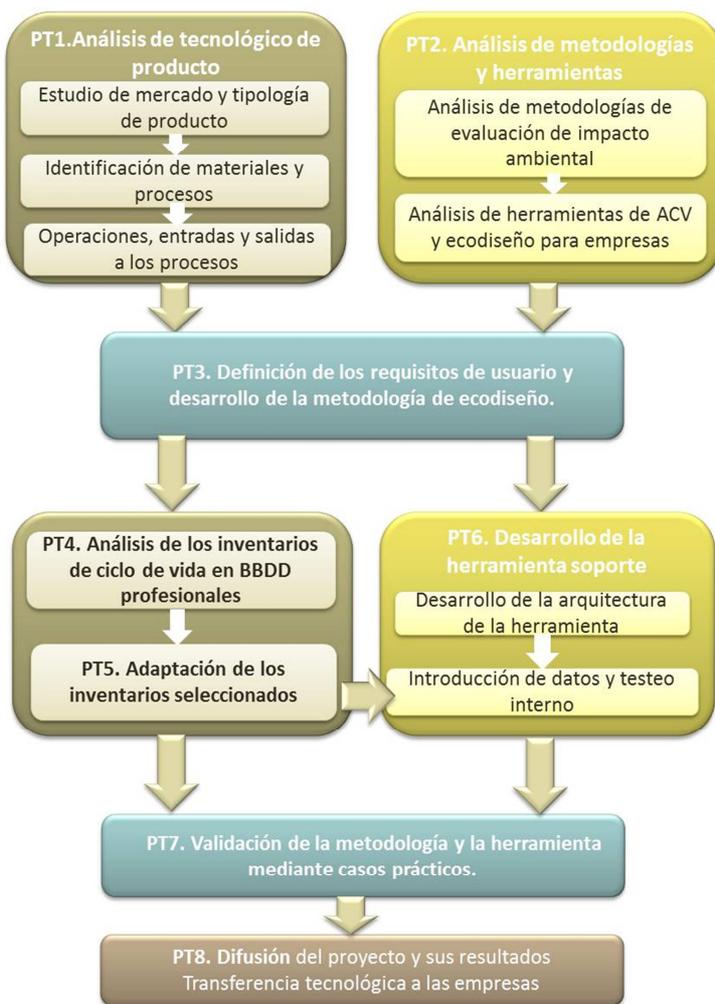
Objetivos

El presente proyecto de I+D – cofinanciado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (Fondos FEDER) – tiene como objetivo desarrollar una metodología ecodiseño, flexible y fácil de utilizar por las empresas del sector de mobiliario para colectividades y su correspondiente cadena de valor, para incorporar materiales y procesos más eficientes, sostenibles y competitivos en el diseño y desarrollo de productos de menor impacto ambiental. La metodología contará con el soporte de una herramienta informática que ayude a las empresas en la aplicación sistemática del ecodiseño.

Actividades realizadas

El proyecto, realizado en colaboración de AIDIMA y AIMME, tiene una duración de dos años. Durante el 2015 se han realizado las siguientes actividades previas, que permiten el adecuado desarrollo de la metodología y planteamiento de la herramienta soporte, y corresponden principalmente a los paquetes de trabajo 1, 2 3 y 8.

- Análisis del sector: áreas contract o zonas de uso (hoteles, oficinas, educación...), tipología de mobiliario y empresas líderes de la C.V.
- Demanda (en licitaciones) y oferta (certificados e información de las empresas) de requisitos ambientales.
- Identificación de los principales materiales y procesos empleados en el mobiliario para colectividades y verificación mediante la realización de encuestas a empresas fabricantes.
- Elaboración de fichas para la recogida de datos de inventario de procesos, con descripción detallada y diagrama de flujo con consumos y salidas (atmosféricas, vertidos y residuos).
- Análisis de las herramientas de ecodiseño y análisis de ciclo de vida (ACV) existentes en el mercado.
- Análisis de las necesidades funcionales de los usuarios de la metodología/herramienta.
- Desarrollo de las bases de la metodología de ecodiseño.
- Diseño inicial de la herramienta: requisitos informáticos.



Resultados

1. Caracterización del sector de mobiliario para colectividades.	4
1.1. Identificación de las áreas de uso y tipología de mobiliario para colectividades.	4
1.2. Análisis de los requisitos ambientales en el sector de mobiliario para colectividades: oferta y la demanda.	7
2. Identificación y clasificación de los principales materiales empleados en mobiliario para colectividades.	10
3. Identificación y clasificación de los principales procesos productivos empleados en las empresas de mobiliario para colectividades.	12
3.1. Principales operaciones de transformación y recubrimiento de materiales de madera y derivados.	12
3.2. Principales operaciones de transformación de materiales metálicos.....	14
4. Resultados del cuestionario a empresas de materiales y procesos.	17
4.1. Sectores contract que abastecen y productos fabricados.....	17
4.2. Principales procesos productivos realizados.	18
4.3. Principales materiales utilizados.....	19
4.4. Conclusiones.....	24
5. Fichas de recogida de información de inventario de ciclo de vida de materias primas y procesos de transformación desarrollados.....	25
6. Análisis de las herramientas disponibles de análisis de ciclo de vida.....	26
7. Definición de los requisitos de usuario de la metodología integrando el ACV simplificado.....	29
8. Metodología de ecodiseño adaptada a las empresas del sector de mobiliario para colectividades.....	32
8.1. Estructura de la metodología propuesta.	32
8.2. Conceptos de ecodiseño y estrategias aplicables al sector del mueble.....	35
8.3. Sistema de gestión de ecodiseño ISO 14006.....	42
9. Diagnóstico de procesos.	45
10. Diagnóstico y definición de la estrategia de ecodiseño de la empresa.	48
11. Evaluación de aspectos ambientales de producto.	50
12. Análisis de ciclo de vida simplificado.	53
13. Diseño informático de la herramienta soporte para la metodología	54

1. Caracterización del sector de mobiliario para colectividades.

Desde una perspectiva global, el mercado de colectividades o contract hace referencia al conjunto de empresas (oferentes y demandantes) orientadas al diseño, fabricación, suministro, instalación final y mantenimiento de equipamiento para espacios de uso colectivo. En el canal contract o mercado de colectividades se integra una cadena de valor de productos y servicios con el objetivo de dar una respuesta global y especializada para espacios de uso colectivo. Algunas diferencias entre el mercado del mueble de hogar o doméstico y el mercado de colectividades o mercado contract:

Tabla 1. Diferencias entre el mercado de colectividades y mercado doméstico.

	MERCADO CONTRACT/ COLECTIVIDADES	MERCADO DOMÉSTICO / HOGAR
Cliente	Actividad comercial / pública	Usuario final
Uso del producto	Colectivo (múltiples usuarios)	Privado (hogar)
Mantenimiento y reposición del producto	Es necesario mantenimiento y reposición del producto (se puede mantener una relación continuada en el tiempo con el fabricante de mobiliario)	Es necesaria reposición del producto, aunque no se suele mantener relación continuada con el fabricante de mobiliario
Relación	Contractual	No suele existir contrato
Canal de distribución	Diversos canales de distribución privados o públicos	Distribución minorista
Exigencias técnicas del producto	Obligado cumplimiento	No suelen demandarse
Personalización del producto	El producto se adapta al proyecto integral	Se ofrecen opciones de personalización
Proceso de compra	Profesionalizado y habitualmente con plazo de finalización cerrado	No profesionalizado, con plazo flexible
Volumen de compra	Grandes volúmenes	Compra al detalle
Equipamiento	Integral	Parcial, por productos o estancias

1.1. Identificación de las áreas de uso y tipología de mobiliario para colectividades.

Múltiples clasificaciones se pueden realizar a la hora de identificar el mercado de colectividades. Se ha identificado las áreas de uso y tipología de mobiliario para colectividades, realizando un cruce de ambas. Esta aproximación pretende identificar aquellas categorías de producto más comunes en cada uno de los espacios para acotar los más representativos y facilitar la identificación de los principales materiales y componentes involucrados en su composición.

Las principales áreas cliente de estas empresas son hoteles y resorts, hostelería y educación y oficina, seguidos de educación y cultura (incluyendo auditorios) y áreas de tránsito. Por lo que respecta a las categorías de producto más representativas son: mesa, silla, silla de oficina (operativas), armario, estantería y perchero. De dichas categorías se han seleccionado modelos representativos de dichas empresas, y se ha indicado los principales materiales componentes de los mismos.

Tabla 2. Clasificación de la tipología de mobiliario para colectividades por área de uso.

ÁREAS CONTRACT:		Oficina / corporativo	Establecimientos Comerciales (retail)	Educación y cultura	Hostelería y restauración	Hoteles y resorts	Sanitario	Áreas de tránsito	Vehículos	Auditorios	Equipamiento urbano	Otros: Cuarteles, centros penitenciarios
PRODUCTO MUEBLE:												
Mesas	Mesa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mesa de reuniones	X	X	X		X	X	X	X	X		X
	Mesa escritorio	X		X		X	X	X	X	X		X
	Secreter					X			X	X		
	Estaciones de trabajo / camerinos	X	X				X	X		X		
	Mesa con rodapié	X	X			X	X			X		
	Mesa de lavado / Mesa de catas		X			X	X					
	Bancada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mesa de juego				X	X						X	
Sillería	Silla de oficina (operativas)	X	X	X			X	X	X	X		X
	Silla de directivo (sillón de dirección)	X		X		X	X	X	X	X		X
	Silla de espera	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Butaca	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Sillón	X	X		X	X	X	X	X	X		X
	Sofá	X	X		X	X	X	X	X	X		X
	Banco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Banqueta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Taburete	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Diván		X		X	X			X	X		
	Puf		X	X	X	X		X	X	X		
	Reposapiés		X		X	X	X	X	X	X		X
	Chaise longue / dormeuses		X		X	X			X	X		
Hamaca		X		X	X		X	X	X	X	X	
Balancín		X		X	X		X	X	X	X	X	
Cocina	Cascos		X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Módulos		X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Frentes y puertas		X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Mesa de trabajo		X	X	X	X	X	X	X	X		X

ÁREAS CONTRACT:

Oficina / corporativo	Establecimientos Comerciales (retail)	Educación y cultura	Hostelería y restauración	Hoteles y resorts	Sanitario	Áreas de tránsito	Vehículos	Auditorios	Equipamiento urbano	Otros: Cuarteles, centros penitenciarios
-----------------------	---------------------------------------	---------------------	---------------------------	-------------------	-----------	-------------------	-----------	------------	---------------------	--

PRODUCTO MUEBLE:

Habitaciones	Cama individual				X	X		X			X
	Cama doble				X	X		X			
	Cama king size				X			X			
	Litera				X	X		X			X
	Cama con dosel				X			X			
	Cama nido				X			X			
	Canapé				X			X			
	Somier				X			X			X
	Sofá cama				X	X		X			
	Cabecero				X	X		X			
	Mesita de noche				X	X		X			X
	Cómoda				X	X		X			
	Tocador				X			X			
	Almacenaje	Armario	X	X	X	X	X	X	X	X	
Armario vitrina		X	X	X	X	X	X	X	X		
Armario para colgar en pared		X	X	X	X	X	X	X	X		
Buck		X	X	X		X	X	X	X		
Estantería		X	X	X	X	X	X	X	X		X
Librería		X	X	X		X	X	X	X		X
Taquilla			X	X		X	X	X	X		X
Aparador			X	X		X	X	X	X		
Cajonera		X	X	X		X	X	X	X		X
Mueble de televisión			X		X	X	X	X	X		
Mueble bar			X			X		X	X		
Arcón /baúl		X			X		X	X			
Otros	Mostrador / Cajas de salida		X	X	X	X	X	X	X		
	Expositor		X	X	X	X	X	X	X		X
	Mamparas y paneles de separación		X	X	X	X	X	X	X		X
	Espejo	X	X	X	X	X	X		X		X
	Perchero	X	X	X	X	X	X	X	X		X

1.2. Análisis de los requisitos ambientales en el sector de mobiliario para colectividades: oferta y la demanda.

1.2.1. Análisis de los requisitos ambientales desde la oferta.

El sector de mobiliario para colectividades es uno de los más competitivos dentro del mueble, pues uno de sus principales medios de venta es mediante la formalización de contratos (de ahí mercado contract) con grandes compradores, ya sean públicos o privados. El volumen de cada venta es muchísimo más importante que en la venta a particulares, y la selección del producto suele realizarse a través de concursos o licitaciones (en mayor o menor medida públicos) a los que optan diversas empresas aportando la documentación necesaria para que su oferta, tanto técnica como económica, sea valorada por el licitador. Dicha valoración (además de la parte económica) se basa en un sistema de puntos que se van acumulando conforme se cumplen los diversos criterios especificados en el pliego técnico.

Por ello, en aquellos pliegos donde se valoran determinados requisitos ambientales, la posibilidad de presentar la documentación que acredita su cumplimiento (certificados y ecoetiquetas generalmente), supone un elemento diferenciador que puede hacer ganar un determinado pliego. Es frecuente que según el objeto de la licitación o área contract, las mismas empresas concurren a las mismas licitaciones, por lo que es habitual una elevada vigilancia de la competencia, y de los certificados que éstas puedan aportar.

A nivel particular, se ha estudiado en profundidad cada una de las empresas seleccionadas anteriormente y su relación con las estrategias de ecodiseño y los certificados ambientales que han conseguido y ofrecen a sus clientes.

Se ha detectado una gran disparidad de niveles en este aspecto, desde empresas en las que la variable ambiental es apenas perceptible o bien se limita a la certificación conforme a la ISO 14001. Si bien la faceta ambiental está presente en su web, en base a esto, no aplican el ecodiseño ni tienen certificados ambientales de producto.

Existe un nivel intermedio, de empresas que tienen un perfil más internacional, o bien productos dirigidos a un mercado de mayor nivel adquisitivo, que tienen bien certificaciones ambientales asociadas a sus productos, siendo la más común la certificación de Cadena de Custodia FSC o PEFC.

No es tan habitual, pero alguna de ellas tiene incluso productos certificados con alguna ecoetiqueta tipo I para mueble, como es el caso de la GECA (ecolabel tipo I de Australia). En este caso, el principal factor motivante es la presión de la demanda específica del cliente. Así mismo, llegados a este nivel de exigencia, cuando la demanda es más general, el camino lógico lleva a la empresa a iniciar su trabajo sistemático en el ecodiseño, de cara a su certificación.

Finalmente, una minoría muy reducida, cuenta con diversas certificaciones ambientales, entre ellas la cadena de custodia, ISO 14001, ISO 14006 de ecodiseño, y ofrecen resultados de declaraciones ambientales de producto no verificadas, además de autodeclaraciones ambientales en sus catálogos de producto.

1.2.2. Requisitos ambientales identificados en pliegos de compra de mobiliario.

Existe una intención positiva por parte de las administraciones, ya que muchas de ellas realizan un manual de intenciones o una propuesta para la elaboración de los pliegos de condiciones para la compra pública, en el que incluyen muchos aspectos relacionados con el medio ambiente como son:

- ISO 14000
- Certificado PEFC o FSC
- Reglamento EMAS
- Ecoetiquetas

El problema es que dicho manual de propuestas o contratos marco, en algunas ocasiones no llega a aplicarse, sino que queda como un comunicado oficial en el que se redactan buenas intenciones. Se adjuntan dos textos de este tipo:

1. Resumen del texto del manual de la Fundación de la Comunidad Valenciana en la Unión Europea, que fue elaborado por AIDIMA:

REQUISITOS AMBIENTALES RELATIVOS A LA EMPRESA Y/O SUS PROVEEDORES
1. Cumplimiento de la legislación ambiental
2. Sistemas de gestión ambiental certificados (ISO 14001 o Reglamento EMAS)
3. Sistema de gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo de producto. Ecodiseño. (Certificado ISO 14006 o en su defecto estrategias de ecodiseño aplicadas).
4. Servicios durante la ejecución del contrato o servicios postventa: <ul style="list-style-type: none"> • gestión de los residuos de envase • mantenimiento y reparación facilitado por el fabricante
REQUISITOS AMBIENTALES RELATIVOS AL PRODUCTO/MATERIALES
1. Descripción del producto: componentes, materiales, cantidades
2. Origen de las materias primas. Se especificará: <ul style="list-style-type: none"> • Material reciclado. • Material de fuentes renovables.
3. Criterios específicos para materiales (ver anexo para mayor detalle)
3.1. Madera y tableros derivados de madera
3.2. Recubrimiento de madera y tableros
3.3. Metales
3.4. Plásticos
3.5. Tapicerías
3.6. Espumas y materiales de relleno
4 Embalaje
CRITERIOS SOBRE EL PROCESO PRODUCTIVO Y EL TRANSPORTE: se valoran las mejoras que la empresa pueda aportar
CRITERIOS RELATIVOS A LA ETAPA DE USO
Requisitos de calidad (normativa)
Garantía del producto
Disponibilidad de piezas de recambio >5 años.
Manual del usuario.
Criterios relativos a la etapa de fin de vida
Grado de separabilidad y % de reciclabilidad
Se valora servicio de desmontaje y gestión del mueble en su fin de vida.

* Sustancias peligrosas: clasificadas como carcinogénicas, dañinas para la reproducción, mutagénicas, tóxicas o alergénicas conforme a la Directiva 1999/45/CE.

2. Criterios ambientales de la licitación para la adjudicación del acuerdo marco para el suministro de mobiliario de oficina y sillería para la Diputación de Valencia (2015).

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HAN DE REGIR EL PROCEDIMIENTO ABIERTO PARA LA CONTRATACIÓN DEL ACUERDO MARCO PARA EL SUMINISTRO DE “MOBILIARIO DE OFICINA Y SILLERIA DE LA DIPUTACION DE VALENCIA”.

PLIEGO TECNICO- Expte 018/2015/AC.-ACUERDO MARCO MOBILIARIO

Código de verificación: EBD78A4C-D8D2F0BE-5AEC2745-9CAC551

Los criterios ambientales se agruparon en el capítulo 4. SOSTENIBILIDAD:

- 4.1. UNE – EN ISO 14.001/2004: Sistema de Gestión Ambiental aplicable al Diseño y Producción de los productos afectados u organismo equivalente.
- 4.2. EN ISO 14006 Ecodiseño: Definición formal de las acciones de I+D para crear productos respetuosos con el medio ambiente u organismo equivalente.
- 4.3. Eco-etiqueta Gestión Forestal Sostenible PEFC o equivalente.
- 4.4. Etiquetas ecológicas de Tipo III norma ISO 14025:1999 de Análisis del Ciclo de Vida, avaladas por organismos de prestigio independientes, o en su defecto de Tipo II norma ISO 14021:1999 u organismo equivalente.
- 4.5. Utilización de barniz con disolvente al agua en productos de madera.
- 4.6. Minimización de los posibles impactos ambientales que los embalajes pueden provocar al medio ambiente.

Se ha realizado una amplia búsqueda por internet sobre los requisitos que solicitan en los pliegos de condiciones para la adquisición de mobiliario público o de colectividades. De aproximadamente unos 300 pliegos, únicamente en 19 de ellos se ha encontrado algún requisito ambiental.

La primera conclusión clara es que actualmente, la inclusión de requisitos ambientales en pliegos de mobiliario es muy baja. En segundo lugar, se aprecia que cuando esto ocurre, hay dos criterios ambientales que son los que más se solicitan: la ISO 14001 de la empresa, y la certificación de cadena de custodia PEFC o FSC (se incluye en la tabla la ISO 9001 para verificar que suelen aparecer conjuntamente, si bien ésta no se considera un requisito ambiental). Finalmente, en casos puntuales, solicitan el tener los resultados de un ACV o una EPD, o bien una certificación de ecoetiquetado tipo I.

2. Identificación y clasificación de los principales materiales empleados en mobiliario para colectividades.

En base a la investigación de tipología de productos y ejemplos representativos hallados, y aplicando la amplia experiencia de AIDIMA en las empresas y materias primas del sector, se han identificado los principales materiales y semielaborados empleados por las empresas fabricantes de mobiliario para colectividades de la Comunidad Valenciana. Para ello, se ha realizado una clasificación de los mismos, y sus principales aplicaciones, a partir de la cual se ha elaborado un listado lo más exhaustivo posible, que posteriormente se ha refinado en base a su mayor relevancia.

Madera maciza y alistonados: tablonés, tabla, listón, madera laminada o tableros alistonados, chapa y canto de madera

Tableros derivados de madera: tableros de partículas, tableros de fibras (MDF), tableros laminados o tableros contrachapados (según sentido de la fibra de las capas es igual o alternado), tablero compacto o HPL (High Pressure Laminated), OSB, tableros de fibras duros, tableros atamborados (nido abeja), tableros sandwich (varios).

Recubrimientos sintéticos para la madera y sus productos derivados. Los principales recubrimientos para productos de madera y derivados pueden clasificarse en recubrimientos a base de láminas (melamina, HPL, chapa prefabricada, cantos sintéticos), y pinturas y barnices (tintes, pinturas y barnices (base disolvente, curado UV, base agua, pintura en polvo).

Semi-elaborados de madera y productos derivados habitualmente utilizados como materias primas. Son elementos (mechones, tiradores, patas, etc.) a incorporar en el mueble y que suelen adquirirse a otras empresas que trabajan la madera, especializadas en hacer estas piezas en grandes tiradas.

Adhesivos (materias primas auxiliares para montaje o recubrimiento). Los principales son: cola Blanca (PAV), adhesivos de contacto Epoxi y curables UV, adhesivos termofusibles, adhesivos de poliuretano, adhesivos termoendurecibles (resinas fenólicas, urea formaldehído...).

Disolventes para ajuste viscosidad de pinturas o para limpieza.

Metales. Se pueden emplear para entornos de mucha afluencia de público o cuando se necesita durabilidad añadida como áreas administrativas, organismos públicos, escuelas, fábricas, almacenes, comisarías de policía, aeropuertos, salas de espera, etc. Los metales más empleados en el sector de mobiliario son:

- El **acero al carbono**, se utiliza en forma de planchas, tubos, perfiles, varillas, etc. para obtener piezas conformadas (tornillos, bisagras, cerraduras, herrajes, etc.).
- **Acero de fundición** para piezas de formas complicadas, difíciles de obtener por otros medios. Por ejemplo bancos de parques o de jardines.
- **Acero inoxidable**, tiene una gran resistencia mecánica y a la corrosión y no requiere de un recubrimiento posterior. Principalmente para muebles de cocina, restaurantes...
- El **bronce**, actualmente se emplea en pequeñas aplicaciones.

- El **latón**, para la realización de elementos de enclavamiento: tornillos, herrajes, tachuelas, clavos o como elemento puramente decorativo.
- El **aluminio**, se suele emplear en estructuras internas y externas, anclajes, zócalos, refuerzos de esquinas, accesorios de unión, tiradores, marcos, etc. Se utiliza en forma de planchas, perfiles o piezas de fundición.
- **Zamak**, muy utilizado para herrajes, tiradores, soportes, etc.

Recubrimientos metálicos para metales: níquel, cobre, cromo, níquel satinado, latón, cromo mate, oro, zinc, bronce.

Materias primas auxiliares para el procesado de metales

- **Ánodos solubles** (de níquel, cinc, cobre, latón, etc.) son aquellos que durante el proceso de electrolisis consumen generando cationes comunes al metal a depositar.
- **Sales metálicas**, aportan conductividad al electrolito y el metal a depositar.
- **Ácidos**, mantienen bajo el pH de los baños galvánicos, facilitan la disolución de los óxidos y sales en concentración, añaden conductividad y mejoran la penetración.
- **Bases**, (hidróxido de sodio, carbonato de sodio, etc), se emplean principalmente como desengrasantes y como neutralizantes previo a baños de diferente pH.
- **Tensoactivos**, se utilizan principalmente en los desengrasantes para emulsionar los aceites y las grasas adheridas a la superficie de la pieza, facilitando su limpieza.
- **Abrillantadores**, se utilizan para orientar y ordenar las partículas depositadas, ofreciendo un brillo característico, pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica.
- **Complejantes**, son sustancias químicas que permiten mantener en disolución las sales metálicas a elevado pH e influyen en la velocidad de deposición.
- **Disolventes para pintura**, se emplean para ajustar la viscosidad de pinturas.
- **Agua**, se utiliza una gran cantidad para la formulación de baños y enjuagues.
- **Lijas**: para eliminar capas de recubrimientos o proporcionar determinada rugosidad a la superficie.
- **Trapos y pastas de pulir** para en el pulido y el prepulido de las piezas.
- **Chips**. Son productos abrasivos en base cerámica, plástica, etc. empleados para el tratamiento de vibración en masa.
- La **pintura**, sólida o líquida, se compone por resinas, pigmentos, aditivos, disolventes, etc. y se emplea para cubrir superficies como protección o decoración.
- Las **taladrinas**, son productos con alto poder lubricante y refrigerante, empleados en operaciones con contacto directo entre la herramienta empleada y la pieza metálica.
- Los **disolventes orgánicos halogenados** se emplean para desengrasar piezas previo a la operación de tratamientos galvánicos o de pintura. Los más utilizados son tricloroetileno y percloroetileno.

Tapicerías y acolchados. Entre los principales materiales de tapicería se encuentran los textiles (algodón, lana, poliéster) y el cuero o la piel Sintética (PVC, PU, etc). Así mismo como material de relleno están las espumas de látex, PU, etc. o el relleno de fibras (textil no tejido)

Piezas plásticas. Los muebles del sector del contract presentan una serie de piezas o componentes fabricados en diversos materiales plásticos, que pueden constituir elementos estructurales (asientos, respaldos, brazos, ruedas, patas o bases de sillas), o bien ser piezas auxiliares (tiradores, pomos, etc). Los materiales dependen de los requisitos de uso, siendo habituales el poliuretano (PU), polipropileno (PP), nailon (poliamida), PVC, policarbonato, etc.

3. Identificación y clasificación de los principales procesos productivos de las empresas de mobiliario para colectividades.

3.1. Principales operaciones de transformación y recubrimiento de materiales de madera y derivados.

No todas las empresas utilizan las mismas materias primas, o en el mismo grado de elaboración. Por lo tanto, en función de los materiales que componen el mueble y el grado de elaboración (procesos previos en los proveedores), el proceso productivo puede variar ampliamente de una empresa a otra. En el siguiente diagrama de flujo se puede observar la secuencia operacional de uno de los procesos productivos más usuales en la industria del mueble, aunque es muy variable en función de cada empresa. En él, se indican de forma detallada los procesos alrededor de la madera y derivados, mientras que aquellos más propios de la industria de transformación de metales, que suelen ser componentes de la del mueble, se detallan en el siguiente apartado, junto con la descripción de sus procesos:

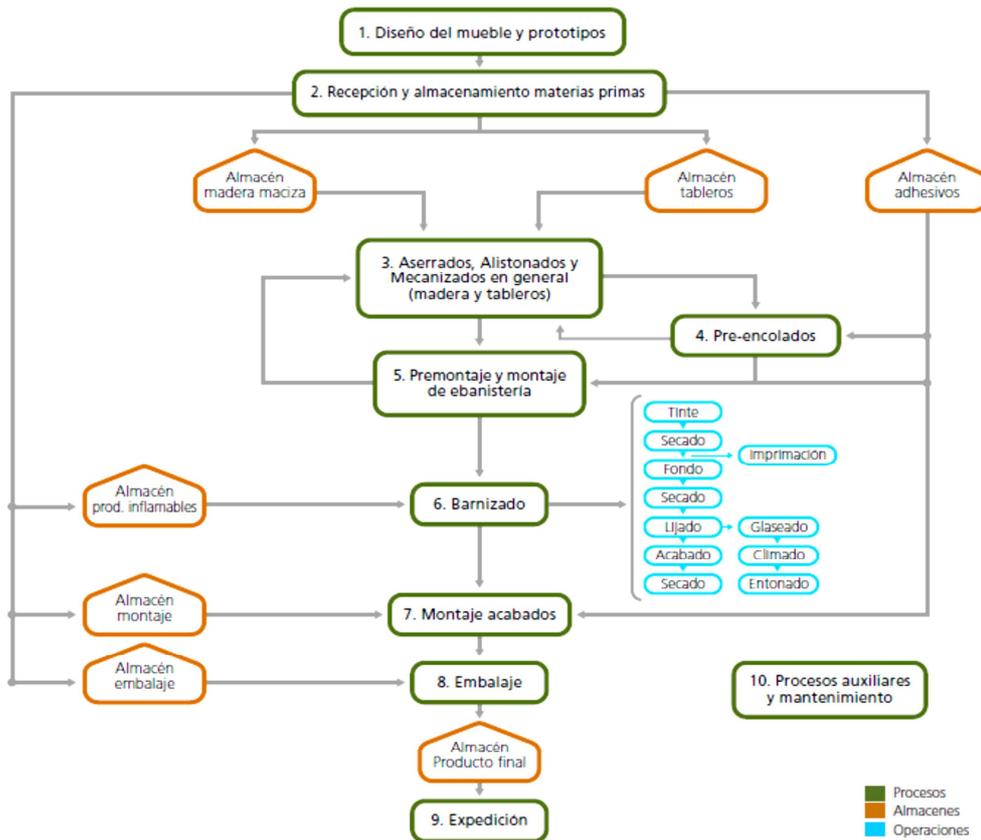


Figura 1. Diagrama de flujo general del proceso de producción de mobiliario.

1. Mecanizado de la madera

El mecanizado de la madera maciza permite obtener piezas y/o tableros de unas dimensiones y formas preestablecidas para la fabricación de muebles. Generalmente, el mecanizado de la

madera maciza requiere de operaciones como el marcaje, tronzado, aserrado, cepillado, regruessado, corte a medida, moldurado y fresado, taladrado y escopleado, espigado y mechonado, torneado, tallado, etc.

2. Mecanizado de tableros

El mecanizado de los tableros derivados de madera permite obtener piezas y/o tableros de unas dimensiones y formas preestablecidas para la fabricación de muebles. Generalmente, el mecanizado de los tableros requiere de operaciones como el despiece y corte a medida, macizado de cantos, aplacado de cantos, fresado, taladrado, etc.

3. Montaje, incluyendo encolado

4. Barnizado (acabado)

Este proceso consiste en la aplicación de los productos necesarios sobre los soportes, por ejemplo, tintes para conseguir una determinada tonalidad, así como barnices y pinturas para proteger la madera y obtener el aspecto deseado. Estos productos se suelen aplicar mediante pistolas o túneles de cortina o rodillo, según el tipo de pieza a elaborar. El acabado, en general, incluye tintado, secado, barnizado (fondo), secado, lijado intermedio, barnizado final (acabado propiamente dicho) y secado.

Habitualmente, una vez montado el mueble o subconjunto del mueble, y siempre que el diseño lo requiera, se procede al tintado. Su función básica es la de conseguir que la madera sobre la que se aplica adquiera un color determinado, conservando la textura, aspecto y dibujo de las vetas y poros. Los productos utilizados para este proceso son los tintes.

Una vez la madera adquiere el tono deseado, se procede a aplicar las sucesivas capas de productos de acabado. La finalidad de estos productos es doble, por una parte se trata de proteger la superficie del mueble y darle un brillo adecuado, y por otra, embellecer y obtener un aspecto externo final decorativo.

Hay una serie de productos empleados sobre todo en mueble clásico, con una función exclusivamente decorativa, y que se aplican manualmente (limpieza de pátinas o glaseadores, pan de oro, ceras, etc.) o a pistola (glaseadores y pátinas).

5. Montaje de acabados

Cuando el mueble y/o piezas están secas, después de aplicar tantas capas de recubrimiento como sea necesario, se realiza el montaje de acabado. En este proceso se encolan, ensamblan y ajustan las distintas piezas acabadas que van a formar parte del mueble. Se utilizan herrajes y/o mechones, así como cola blanca en algunos casos. Se suele aprovechar para realizar una inspección visual y comprobar la calidad del acabado.

6. Embalaje

Los muebles se embalan montados o por piezas dependiendo del volumen y peso del mueble montado. Un mueble grande y/o pesado, se embala normalmente desmontado, para facilitar su manipulación y reducir el riesgo de daños. Se utilizan cajas de cartón, plástico-papel burbujas, cantoneras y perfiles.

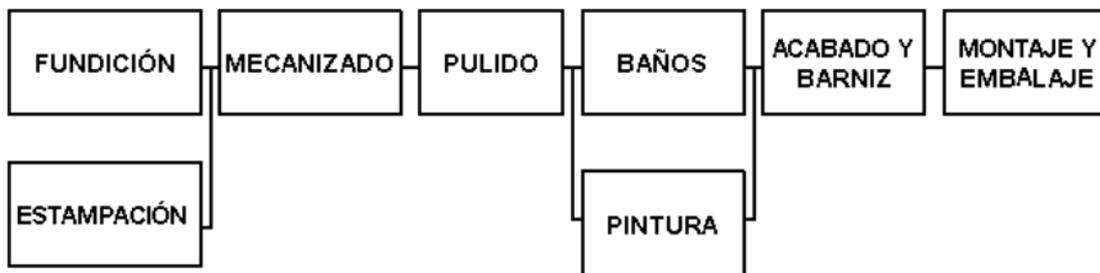
7. Operaciones auxiliares

En este apartado se consideran todas las operaciones de mantenimiento de las instalaciones, máquinas y equipos y otras operaciones auxiliares, de apoyo al proceso productivo principal. Principalmente, se pueden encontrar las siguientes operaciones auxiliares:

- Cambios de aceite, por ejemplo si existen prensas.
- Cambios de luminarias.
- Sistemas de aspiración y filtros.
- Uso y mantenimiento de sistemas de trasiego de materias primas y productos acabados (carretillas, sistemas de transporte, etc.).
- Almacenamiento de productos y residuos peligrosos.
- Almacenamiento del polvo y serrín de madera (silos).
- Cabinas de aplicación. Mantenimiento de sistemas de filtrado de aire a la entrada y a la salida.
- Recuperación de los disolventes de limpieza sucios.
- Depuración aguas residuales (si se generan en el proceso y no se gestionan como residuo).
- Uso y mantenimiento de instalaciones de combustión (si las hay).

3.2. Principales operaciones de transformación de materiales metálicos.

El análisis de los procesos existentes en el sector metal-mecánico resulta bastante complejo, debido a la gran diversidad de procesos existentes. Aunque la gama de procesos es amplia, puede tomarse como proceso productivo genérico el que se muestra a continuación:



Fuente: AIMME

Figura 2. Proceso productivo genérico del sector metal-mecánico.

1. Procesos de conformado.

Los **procesos de conformado** corresponden a un amplio grupo de procesos de fabricación (fundición, estampación, entre otros) en los cuales se obtiene la geometría de la pieza. Suelen realizarse en caliente o en frío.

- **Curvado de tubo** en frío que produce una determinada curva al material, en función de la matriz, mediante la aplicación de un determinado esfuerzo flector.
- **Estampación** (en frío o en caliente): se somete una pieza metálica a una carga de compresión entre dos moldes.

- **Extrusión:** consiste en moldear un metal, en caliente o frío, por compresión el metal se fuerza a pasar de modo uniforme y constante a través de una matriz con un orificio con la forma deseada, obteniendo perfiles metálicos.
- **Forjado** en caliente o en frío, en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión (grandes presiones) bien de forma continua usando prensas con matrices o moldes, o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos pilones.
- **Fresado.** Es un proceso por arranque de viruta para lograr piezas de geometría diversa y tiene una buena precisión y acabado superficial.
- **Fundición de acero.** Vertido (operación de colada) del metal líquido en un molde de arena y/o arcilla para obtener piezas.
- **Fundición por inyección.** Consiste en introducir material fundido a presión dentro de la cavidad de un molde, manteniendo la presión hasta la solidificación de la pieza.
- **Laminado en caliente o en frío** del acero sólido semiterminado obtenido en la colada, mediante presión mecánica entre cilindros accionados por motores eléctricos para obtener diversas formas: lingotes, planos, tochos, perfiles, varillas, alambrón...
- **Prensado.** Enderezado de piezas para obtener las formas deseadas. Las operaciones de prensado van refrigeradas con aceite para evitar el dañado de las matrices y lubricar las piezas, ya que este tipo de operaciones elevan la temperatura de las piezas.

2. Procesos de mecanizado.

El **mecanizado** comprende operaciones de eliminación de material mediante el uso de herramientas de corte (taladros, tornos, fresado, etc.), estas operaciones ajustan dimensiones finales, crean orificios, facilitan uniones, etc. Entre las principales operaciones encontramos diversos procesos de:

- **Corte** con herramientas manuales (sierras), o automáticas (radiales, ingletadoras, tronadoras, sierras circulares, sierras de vaivén, etc.). También puede emplearse otros elementos de corte como son un chorro de agua con un abrasivo a alta presión, **corte por láser** o **corte por plasma**. El **oxicorte de chapa** es una técnica auxiliar a la soldadura, y que consiste en un corte por combustión, de forma que al cortar, el metal se quema a medida que se avanza con el soplete. Finalmente el **desbarbado** elimina el excedente de material (rebaba) del metal generado en el proceso de mecanizado para eliminar las irregularidades y afinar la superficie de la pieza para lograr el pulido o acabado ideal.
- El **punzonado** es una operación de corte de chapas o láminas, generalmente en frío, mediante compresión del punzón para penetrar la chapa colocada sobre la matriz. Las piezas se refrigeran mediante agua con taladrina o aceite refrigerante.
- **Taladrado** para la generación de orificios cilíndricos mediante el giro de una broca, que eliminando el material correspondiente a su diámetro por medio de los filos de corte localizados en su extremo inferior.
- **Torneado**, donde se obtienen formas de revolución (cilindros, conos, esferas, e incluso formas más complejas) por arranque de viruta.
- **Soldadura.** Proceso de unión con aporte de calor, mediante el cual se conectan dos piezas metálicas, pudiendo o no intervenir otra sustancia o material ajeno a las piezas o de su misma naturaleza.

3. Tratamientos superficiales.

- **Desengrase.** Etapa inicial que se realiza al material semielaborado procedente de un proveedor (por ejemplo a los rollos de chapa) para la eliminación de las grasas y aceites de protección de los aceros y aluminios. Puede realizarse, mediante inmersión o aspersión en medio ácido o alcalino o bien mediante disolventes orgánicos (aunque estos, cada vez se utilizan menos, tanto por razones ambientales como de seguridad).
- Procesos **abrasivos. El lijado, el pulido y el granallado**, son operaciones en las que se utilizan abrasivos para dar una cierta rugosidad a la superficie, para conseguir un determinado acabado o para conseguir una mejor fijación de capas posteriores, eliminando rebabas, óxidos y suciedad. La **vibración** es un proceso de abrasión húmeda para eliminar rebabas, alisar, desengrasar y dar brillo a la superficie.
- El **fosfatado** es un proceso químico en el que el metal reacciona con una solución de ácido fosfórico o sales de fosfato formando una sal de fosfato no soluble que previene la corrosión del metal, mejora la lubricación en procesos de conformado y sirve como base para recubrimientos de pintura posteriores.
- **Recubrimientos (principalmente baños de metales o pintura):** se emplean para proteger al metal de la oxidación, aunque también se puede emplear para alterar su apariencia estética. Pueden constituir la etapa de acabado o bien se les puede añadir una etapa posterior de protección adicional (barniz, sobre todo en recubrimientos metálicos) para aumentar su duración.
- El **anodizado** es un proceso electroquímico que consiste en la creación de una capa de óxido de aluminio superior al grosor de la capa natural (hasta 30 micras en acabado decorativo). Se aplica fundamentalmente sobre aluminio, titanio, y magnesio.

Las últimas operaciones son el montaje y el embalaje.

4. Resultados del cuestionario a empresas de materiales y procesos.

Se ha realizado una **investigación exploratoria** a empresas de la Comunidad Valenciana, para identificar los principales materiales y procesos productivos más representativos en la fabricación de sus productos. Se describen las áreas contract a las que las empresas entrevistadas abastecen, así como los productos que fabrican. Los principales resultados se detallan a continuación.

4.1. Sectores contract que abastecen y productos fabricados.

Debido al tipo de producto y cliente que las distintas empresas entrevistadas poseen, podemos identificar tres bloques de sectores contract bien diferenciados. Cada tipología de cliente referirá unos estándares de calidad mínimos distintos.

En primer lugar, dos de cada tres entrevistados realiza productos para el sector de hoteles y resorts. Uno de cada tres abastece a hostelería y restauración, Educación y cultura y Oficinas y corporaciones. Por último, cerca de un 20% provee productos para amueblamiento de auditorios y prácticamente un 10% lo hace para el sector sanitario.



No se han recogido datos para los sectores contract de Vehículos (cruceiros, yate,s trenes, metro, tranvía...), equipamiento urbano (marquesinas, parques, paradas de autobús...) y Otros (cuarteles, centros penitenciarios...).

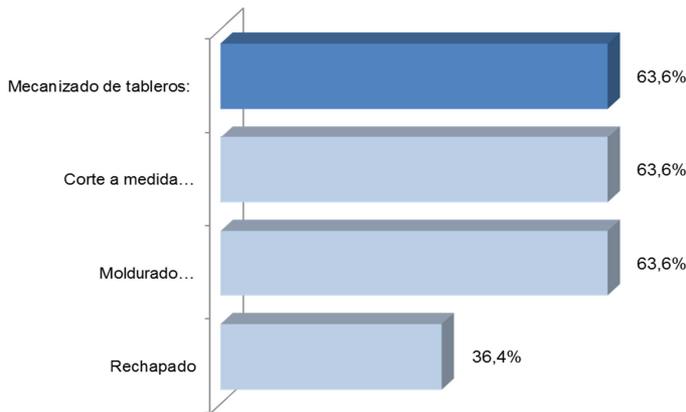
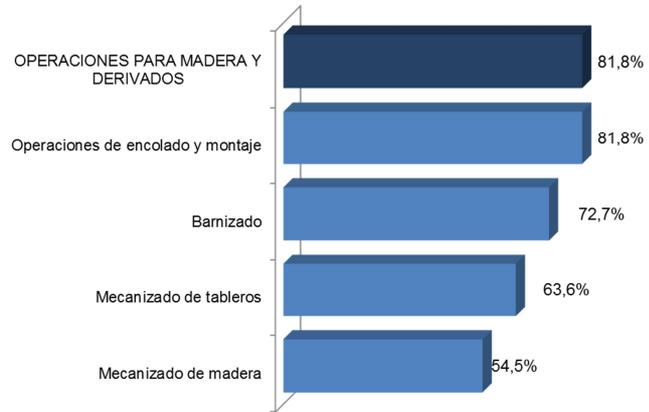
En relación con los productos fabricados, éstos se listan a continuación:

- Mesas: escritorio, mesa de reuniones, mesa para restauración (terrazas, bares...), comedores (restaurantes) y auxiliar (salas de espera, ornamentales...)
- Sillería: silla de oficina (operativas), silla de directivo (sillón de dirección), silla confidente o espera, banco, butaca / sillón, sofá, taburete, comedor y de cocina.
- Dormitorios: camas (individual, doble...), cabeceros/ canapés, cómodas, mesita de noche y armarios roperos.
- Otros: mostrador / cajas de salida, mamparas y paneles de separación, espejos, y percheros.

4.2. Principales procesos productivos realizados.

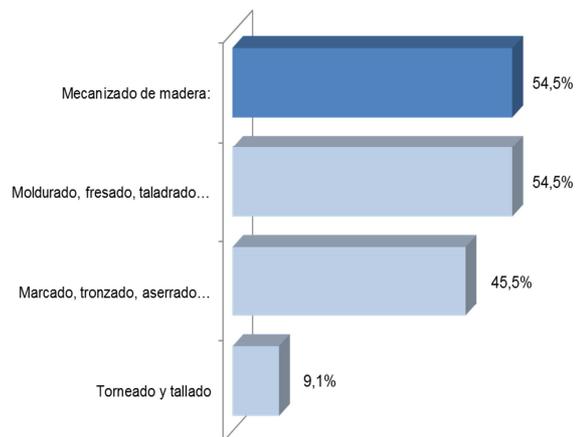
Los principales procesos productivos realizados por la mayoría de las empresas entrevistadas son las **operaciones referentes al tratamiento de la madera y sus derivados**.

Más concretamente, las empresas investigadas realizan en su mayoría el proceso de encolado y montaje (ocho de cada diez). En segundo lugar por importancia, el 72,7% llevan a cabo el barnizado de los productos en sus instalaciones y algo menos, un 63,6% realiza actividades de mecanizado de tableros y un 54,5% mecanizado de madera.



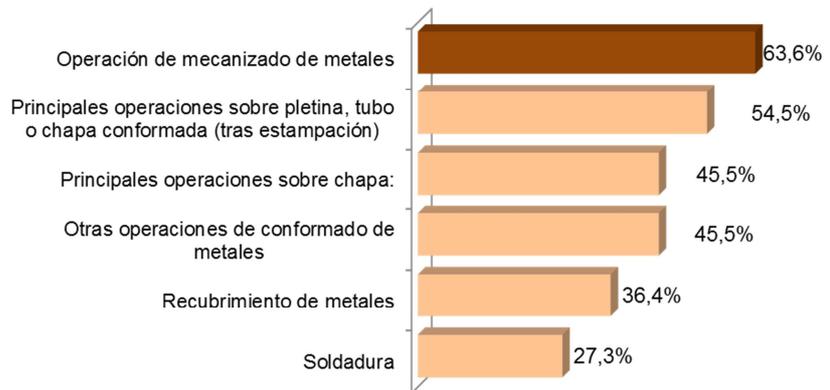
Dentro de las actividades de mecanizado de tableros, todas las empresas que realizan este tipo de actividades describen que realizan corte a medida de tableros, chapado de cantos, moldurado, y fresado y taladrado de los mismos. Solo el 36% rechapa los tableros.

Dentro de las actividades de mecanizado de la madera, todas las empresas que realizan esta operación (54,5%), realizan también el moldurado, fresado, taladrado, escopeleado, espigado, mechonado, achaflanado de puntas, macizado de cantos y calibrado de la madera.



Por otro lado, un 45,5% realiza las actividades de marcado, tronzado, aserrado, cepillado, regresado, corte a medida y bujido (corte con forma) de la madera como parte de su proceso productivo. Solo un 9,1% realiza actividades de torneado y tallado de la madera.

En cuanto a las operaciones de mecanizado de metales, el 63,6% de los encuestados las realiza, sobre todo las principales operaciones sobre pletina, tubo o chapa conformada tras su estampación: corte de largo, curvado y / o punzonado.



Un 45,5% de los encuestados realiza operaciones sobre chapa como corte largo y ancho, plegado o curvado, punzonado, taladrado, marcado o soldado, así como otras operaciones de conformado de metales como el corte laser. Los entrevistados que realizan recubrimiento de metales (un 36,4%) lo realizan con: Pintado en polvo, cincado, anodizado, negro o cromo brillo.

4.3. Principales materiales utilizados.

A continuación se presentan los principales materiales utilizados por los entrevistados para la fabricación de los productos descritos en el primer punto de este epígrafe.

Todas las empresas utilizan materiales de embalaje. La mayoría de ellas (81,8%) utiliza madera maciza, alistonados o derivados de la madera. En tercer lugar, los metales, adhesivos y pinturas y barnices son utilizados por el 72,7% de los encuestados.

Los materiales de acolchado, tapicería o recubrimientos metálicos, así como otros materiales (como cristales, etc.) son utilizados por el 63,6% de los encuestados. Algo más de la mitad de los mismos utiliza recubrimientos laminados y un 36,4% utiliza plásticos termoplásticos.

Únicamente alrededor del 10% de los encuestados utiliza plásticos elastómeros y en ningún caso estas empresas utilizan plásticos termoestables.



Estos datos se desglosan en las siguientes tablas.

Madera maciza y alistonados		81,8%
Mechones		45,5%
Tablones de madera: Coníferas		27,3%
Chapa o canto: frondosas		27,3%
Chapa prefabricada		27,3%
Madera alistonada (tableros, secciones cuadradas...)		27,3%
Patas		27,3%
Cajones		27,3%
Tablones de madera: Frondosas		18,2%
Tabla de madera: Coníferas		18,2%
Listones de madera: frondosas		18,2%
Madera laminada: coníferas		18,2%
Chapa o canto: coníferas		18,2%
Tiradores		18,2%
Tabla de madera: frondosas		9,1%
Listones de madera: coníferas		9,1%
Madera laminada: frondosas		9,1%

Derivados de madera.		81,8%
Tablero MDF		81,8%
Tablero de partículas		63,6%
Tablero contrachapado		63,6%
HPL (Tablero compacto fenólico)		36,4%
Tablero partículas rechapado		36,4%
Tablex		36,4%
Tablero contrachapado fenólico		27,3%
Tableros laminados		27,3%
Tableros sandwich: MDF + partículas		9,1%
Tableros de fibro -cemento		9,1%

Recubrimientos laminados para tableros		54,5%
Papel melanina		45,5%
HPL		27,3%
PVC		9,1%

Adhesivos		72,7%
Cola de contacto. Elastómeros		45,5%
Acetato de polivinilo (dispersión acuosa)		18,2%
Urea-formaldehído (UF)		27,3%
Melamina-formaldehído (MF)		9,1%
Termofusible:		27,3%
EVA		9,1%
Poliuretano reactivo –PUR		18,2%
Poliuretano		27,3%
Monocomponente		18,2%
En disolvente		9,1%
Epoxi		18,2%
Adhesivos acrílicos curado UV		9,1%



	Metales	72,7%
ACERO	Chapa de acero laminado en frío	36,4%
	Tubo de hierro	27,3%
	Tubo de acero de fleje soldado.	18,2%
	Perfil de acero extruido (redondo, cuadrado, rectangular, oval...)	18,2%
	Perfiles de acero abiertos extruidos, de diversas formas (U, ángulos, tubo abierto, etc.)	18,2%
	Perfiles de acero extruido en formas diversas	18,2%
	Chapa de acero perfilada (extrusión)	18,2%
	Chapa de hierro	9,1%
	Piezas de formas diversas de acero creadas por fundición	9,1%
	Perfil cerrado de acero (creado por laminado en frío)	9,1%
	Perfil de acero laminado en frío	9,1%
	Perfil de acero laminado en caliente	9,1%
ACERO INOXIDABLE	Productos largos de acero inoxidable: barras, pletinas, varillas, redondos, cuadrados... obtenidos por laminado en frío	45,5%
	Tubo de acero inoxidable cuadrado o rectangular obtenidos por laminado en frío	18,2%
	Chapa de acero conformada por estampación	18,2%
	Tubo cuadrado o rectangular obtenidos por laminado en caliente	9,1%
	Chapa de acero conformada por estampación	9,1%
ALUMINIO	Tubo de aluminio	36,4%
	Piezas de diversas formas de aluminio obtenidos por fundición inyectada	27,3%
	Perfil de aluminio laminado en frío	18,2%
	Chapa de aluminio	18,2%
	Barra de aluminio	9,1%
	Chapa conformada (pletina) de aluminio	9,1%
LATON		
	Chapa de latón conformada por estampación	9,1%
ZAMAK	Piezas de zamak obtenidos por fundición inyectada	27,3%
	Piezas de zamak obtenidos por fundición inyectada	27,3%
SEMIELABORADOS	Tornillos, tuercas, arandelas y espárragos de acero	45,5%
	Ruedas (multimaterial)	36,4%
	Bisagras (acero, zamak)	18,2%
	Guías para cajones y mesas (acero)	18,2%
	Cerraduras	18,2%
	Niveladores	18,2%
	Tiradores (aluminio, zamak y acero)	9,1%
	Cierres	9,1%
	Bandejas, cajones y zapateros (aluminio, anodizado, cromado)	9,1%
	Pistones elevables, abatibles	9,1%
	Hilos para soldadura de ACERO	9,1%



Recubrimientos metálicos		63,6%
Anodizados		36,4%
Lacados		36,4%
Cincado		27,3%
Pintado: polvo		27,3%
Cromo brillo		27,3%
Pulido		18,2%
Galvanizados		9,1%
Negro		9,1%
Dorado		9,1%

Pinturas y barnices		72,7%
Imprimaciones		36,4%
Base disolvente		36,4%
Al agua		9,1%
Pátinas/Glaseadores		9,1%
Base disolvente: alcohol		9,1%
Tintes		27,3%
Base disolvente		27,3%
Al agua		9,1%
Fondos		81,8%
Poliuretano:		81,8%
Bicomponente		36,4%
Base disolvente		27,3%
Monocomponente		9,1%
Al agua		9,1%
Poliéster		9,1%
Base disolvente		9,1%
Acrílicas:		27,3%
Base disolvente		27,3%
Nitrocelulosa		9,1%
Base disolvente		9,1%
Acabados		45,5%
Poliuretano		45,5%
Bicomponente		45,5%
Base disolvente		45,5%
Monocomponente		9,1%
Al agua		9,1%
Acrílicas		27,3%
Base disolvente		27,3%
Nitrocelulosa		9,1%
Base disolvente		9,1%

Materiales de acolchado		63,6%
Espumas de PU (poliuretano)		63,6%
Guata (tejido no tejido de PET: polietilentereftalato)		27,3%
Espumas de latex		9,1%
Otros: PLUMA		9,1%

Materiales de tapicería		63,6%
Tejido sintético:		72,7%
Poliéster (p ej Trevira CS),		36,4%
Poliacrílico		18,2%
Poliamida		18,2%
Cuero		36,4%
Láminas plásticas o Polipiel:		36,4%
PVC		36,4%
Fibras naturales		81,8%
Lana virgen		36,4%
Algodón		18,2%
Viscosa o rayón (celulosa procesada) MODAL		18,2%
Lino		9,1%

Plásticos (termoplásticos)		36,4%
PP (polipropileno)		27,3%
PA (poliamida)		27,3%
PVC (policloruro de vinilo)		27,3%
PP con fibra de vidrio		18,2%
PS (poliestireno)		18,2%
ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)		18,2%
HDPE (polietileno alta densidad)		9,1%
Policarbonato		9,1%

Plásticos (elastómeros)		9,1%
Caucho		9,1%

Otros		63,6%
Cristal		54,5%
Luminarias (focos y apliques)		54,5%
Luminarias (tiras de ledes)		45,5%
Interruptores		36,4%
Espejo		27,3%
Tableros o piezas "solid surface"		27,3%

MATERIALES DE EMBALAJE		100,0%
Caja de cartón con papel kraft en cara exterior		90,9%
Palets		72,7%
Film plástico LDPE		54,5%
Plástico de burbujas LDPE		54,5%
Corcho blanco EPS (poliestireno expandido)		45,5%
Bolsa de PE		45,5%
Fleje PP		36,4%
Fleje PET		36,4%
Caja de cartón reciclado no blanqueado		36,4%
Cantenera cartón reciclado		36,4%
Plancha de cartón reciclado		18,2%
Espuma PE		18,2%
PVC retráctil		18,2%
Espuma PP		9,1%
Espuma PU		9,1%
Poliétileno retráctil		9,1%
Polipropileno poliolefina retráctil		0,0%



4.4. Conclusiones.

Más de un 80% de las empresas realizan transformación de madera y derivados. De éstas todas tienen las operaciones de encolado y montaje (en la que predomina la cola de contacto), y la mayoría de barnizado. Así mismo son muy frecuentes las operaciones de mecanizado de tableros, y en menor medida (pero más del 50% de las empresas entrevistadas) el mecanizado de madera maciza. Esto es coherente con los materiales más utilizados, que son los tableros derivados de madera (MDF, partículas y contrachapado, siendo la melamina el recubrimiento principal) seguidos por la madera maciza y alistonados (principalmente mechones y otros elementos semielaborados y tablones de coníferas).

Los principales sistemas de acabado son los sistemas de poliuretano (fondos y acabado) en base disolvente. En menor medida se utilizan las imprimaciones y tintes en base disolvente, o los sistemas (fondo y acabado) acrílicos al disolvente. El uso de pinturas en base acuosa está poco extendido.

En cuanto a las empresas del metal encuestadas, se han escogido tanto empresas que se dedican a fabricar mueble entero (principalmente mesas y sillas), como empresas que se dedican a realizar partes de este (herrajes principalmente).

Por lo que respecta a las materias primas, entre los que fabrican mueble completo, los principales materiales utilizados son acero, acero inoxidable y (en menor proporción) aluminio; mientras que de las empresas que fabrican herrajes las principales materias primas utilizadas son el latón y el zámak.

La configuración de la materia prima es tubo, perfil y chapa para los materiales acero, aluminio y acero inoxidable y piezas fundidas o inyectadas para el latón y el zamak.

Los principales acabados son lacado con pintura al disolvente (más del 90% de las empresas), aunque un porcentaje elevado (más del 30%) utilizan también pintura en polvo.

Finalmente, cabe indicar que es habitual el uso de materiales de acolchado (espumas de poliuretano y guata en segundo lugar) y tapizados (lana en el caso de las fibras naturales o poliéster para las sintéticas. En láminas plásticas suele emplearse el PVC.

Los elementos plásticos aparecen en más de un 36% de las empresas, predominando el polipropileno, la poliamida y el PVC.

En cuanto al embalaje, que es una etapa común a todas las empresas, los principales materiales utilizados son caja de cartón no blanqueado, film plástico (o de burbujas) y palets. Es de destacar que las empresas que se dedican a herrajes, el envasado de sus productos es más sencillo, utilizando menos unidades de embalaje.

5. Fichas de recogida de información de inventario de ciclo de vida de materias primas y procesos de transformación desarrollados.

Se han obtenido 43 fichas de procesos relacionados con el sector metal-mecánico y 27 fichas de procesos relacionados con la madera-mueble. Las fichas elaboradas servirán como base documental para la revisión de los inventarios de las bases de datos de análisis de ciclo de vida disponibles en los software especializados (como SimaPro).

METAL		
Acero	Electroerosión	Oxicorte
Anodizado	Estampación	Pasivado
Bronce	Extrusión	Pintado al agua
Cincado	Forjado	Pintado disolvente
Cobreado	Fosfatado	Pintura en polvo
Coloración	Fresado	Plata
Corte	Fundición	Prensado
Corte al agua	Galvanizado Granallado	Pulido con chips
Corte de chapa	Inyección	Pulido
Corte por laser	Laminado en caliente	Punzonado
Corte por plasma	Laminado en frío	Roscado
Cromado	Latonado	Soldadura
Curvado	Lijado	Taladro
Decapado	Niquelado	Torneado
Desbarbado	Oro	Troquelado
Desengrase		
MADERA-MUEBLE		
Madera		Tablero
1 Marcado	10 Fresado	1 Seccionado
2 Tronzado	11 Taladrado escopleado	2 Perfilado
3 Corte con forma	12 Espigado mechonado	3 Chapado de cantos
4 Aserrado	13 Torneado	4 Fresado
5 Cepillado	14 Tallado	5 Taladrado
6 Regruesado	15 Lijado	6 Lijado
7 Moldurado	16 Montaje	7 Barnizado
8 Corte a medida	17 Barnizado	8 Montaje
9 Premontaje	18 Embalado	9 Embalaje

Cada ficha posee los siguientes campos:

<ul style="list-style-type: none"> • Foto representativa del proceso • Materiales a procesar • Descripción del proceso • Descripción del proceso ampliada 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de proceso • Nombre designado a la unidad funcional • Análisis de inventario, donde se listan: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entradas: materias primas, auxiliares y otros recursos. ▪ Salidas: residuos, emisiones y vertidos
---	---

6. Análisis de las herramientas disponibles de análisis de ciclo de vida.

Las herramientas informáticas de análisis de ciclo de vida se desarrollan para evaluar los impactos ambientales potenciales asociados con los productos o servicios. Las herramientas transforman los datos en un “modelo” y proporcionan resultados ambientales que se emplean generalmente en la toma de decisiones.

Las primeras herramientas desarrolladas se utilizaron principalmente para comparar los resultados ambientales de productos con la misma función. Actualmente se emplean como base para cálculos ambientales en ecoetiquetas, declaraciones ambientales de producto, definición de políticas estratégicas, marketing, educación al consumidor, mejoras de producto, etc.

Estas herramientas, por defecto, toman datos e hipótesis de procesos productivos, materiales, producción de energía, y generan una valoración ambiental cualitativa o cuantitativa del producto en términos de categorías de impacto.

Las herramientas de análisis de ciclo de vida son herramientas multivectoriales de evaluación ambiental, que consisten en un proceso objetivo de evaluación de cargas ambientales asociadas al ciclo de vida de un producto, servicio o actividad. La metodología utilizada para la evaluación de impactos ambientales está basada en criterios científicos ampliamente aceptados.

Existen multitud de herramientas de análisis de ciclo de vida (ACV) disponibles en el mercado y para un usuario concreto puede ser difícil encontrar cuál es el programa que mejor se adapta a su producto. A continuación se muestran las conclusiones de la identificación y análisis de los programas informáticos de análisis de ciclo de vida más habituales existentes en la actualidad.

El análisis se ha realizado desde el punto de vista del usuario y su interacción con el programa (interface, funcionamiento, etc). El desarrollo interno del programa, el lenguaje de programación y todo lo relativo a programación está expresamente excluido de este estudio.

Entre los documentos consultados, y la propia investigación de AIMME, en total se han detectado 69 herramientas diferentes. Al profundizar en dichas herramientas se descubrió que muchas de ellas ya no estaban disponibles; en algunos casos, debido a que se desarrollaron como parte de un proyecto de investigación y una vez finalizado el proyecto no eran accesibles. Por tanto, con el fin de optimizar la investigación, se ha optado por contabilizar las herramientas identificadas y profundizar sólo en aquellas que eran nombradas al menos por cuatro estudios diferentes y aparecieran reflejadas en la web del IES/JRC. Estas herramientas son: Eco It, GABI, GEMIS, SIMAPRO, TEAM y UMBERTO.

Las principales características comunes de estas herramientas son: que son conocidas, que han estado vigentes durante al menos 15 años, y que, en la actualidad, todavía están disponibles. A esta lista se han añadido otras dos: una herramienta de amplia difusión en el sector de la construcción (BEES) y una herramienta de software libre que en los últimos años está teniendo una amplia implantación (OpenLCA). Como resultado final se han analizado y evaluado estas 8 herramientas.

Hay que destacar que el mercado en software de ACV es muy dinámico, con productos apareciendo y desapareciendo cada año (de hecho algunos de los software que aparecen en las revisiones bibliográficas ya no se encuentran disponibles – LCA it, EcoScan).

Entre todas las herramientas estudiadas se han encontrado más semejanzas que diferencias, ya que casi todas ellas disponen de las mismas características generales:

- Bases de datos
- Sistemas de evaluación de impactos
- Posibilidad de interactuar con otras herramientas (principalmente excel)
- Generación de gráficos, etc.

Un análisis de ciclo de vida requiere información de numerosos procesos con sus correspondientes flujos de entrada y salida, todos estos procesos necesitan estar conectados entre sí y posteriormente se necesita calcular los impactos de todos ellos. Esta rutina es larga y complicada, por lo que las herramientas informáticas de análisis de ciclo de vida simplifican y agilizan el proceso.

Según el estudio realizado, las diferencias se basan principalmente en la forma de modelizar el sistema (rígido o con mayor flexibilidad) y en la complejidad de uso (más intuitivas, menos intuitivas). Con algunas excepciones las herramientas por lo general optan por una evaluación de impactos multivariable (calentamiento global, acidificación atmosférica, eutrofización, agotamiento de la capa de ozono, etc)

Ciertos softwares, como los utilizados principalmente por usuarios avanzados son complicados de utilizar, y en ocasiones carecen de datos de sistemas específicos. Por el contrario, los usuarios actuales demandan herramientas más flexibles que puedan ser modificadas en cuanto a modelización y cálculos.

Otra tendencia actual es la aparición de software relacionados con un sector en concreto (especialmente la construcción), impulsados por la incipiente legislación en algunos campos (RD 187/2011 y directivas 2005/32/CE).

Uno de los grandes inconvenientes de los softwares es su elevado coste (que oscila entre miles y decenas de miles de euros), aunque con el tiempo, los costes están disminuyendo siguen siendo elevados. Los softwares libres reducen este inconveniente, pero no están ampliamente utilizados y en ocasiones requieren la adquisición (previo pago) de módulos adicionales.

Las tendencias futuras, apuntan a un incremento del número de usuarios de estas herramientas a personal menos técnico como: consumidores, comercios, organismos públicos, etc.; esto implicaría realizar cambios para hacer las herramientas más intuitivas.

En el futuro, los softwares deberían aumentar su interoperatividad, siendo capaces de intercambiar datos entre distintos programas. Uno de los principales inconvenientes de los softwares estudiados es su elevado coste, la necesidad de formación para un uso adecuado de la herramienta, la necesidad de experiencia previa para su uso, y la falta de flexibilidad de las bases de datos, que en ocasiones requieren actualización con mayores frecuencias.

La ventaja de las herramientas de ACV es que presentan un gran número de procesos primarios (con sus análisis de inventario) ya modelizados en sus bases de datos. Generalmente las bases de datos disponen de numerosos inventarios de materias primas y energía, además, estos pueden estar clasificados por sectores: industrial, construcción, transporte, etc.

Las herramientas permiten al usuario utilizar los procesos existentes en las bases de datos para crear y analizar productos y servicios mucho más complejos. Los procesos y subprocesos se pueden editar y modificar para que se adecuen al caso práctico estudiado.

Revisando las propiedades de las herramientas estudiadas, para que una herramienta de ACV sea útil para sus usuarios debe tener las siguientes características:

Para todo tipo de usuarios:

- Que sea intuitiva, fácil de entender, tanto las operaciones como los datos que contiene la herramienta, que sea de aprendizaje rápido
- Fácil y rápida de usar, especialmente debe ser fácil y rápido la obtención de los resultados.
- Adecuado para análisis rutinarios
- Las fuentes de información proporcionadas por la herramienta deben ser fiables.
- Que haya información y ayuda disponible, especialmente cuando los resultados no son los esperados
- Facilidad de integrar diversas bases de datos

Para usuarios avanzados:

- Posibilidad de modelar y simular el sistema con todos los detalles metodológicos posibles (parametrización, asignación de cargas, expansión del sistema, etc)
- Seguimiento de todas las interconexiones de los procesos y los flujos ocultos cuando se realizan sistemas complejos.
- Representación gráfica del sistema de producto modelizado
- Desglose detallado de resultados de análisis, posibilidad de identificar puntos críticos y de conocer la contribución de un elemento al resultado final
- Rapidez, facilidad de uso
- Comunidad de usuarios, soporte para usuarios
- Los datos relevantes del ACV deben estar disponibles en el software
- Interoperatividad, facilidad de importación y exportación

La mayoría de herramientas disponen de cursos de formación de varios días para entrenar a los usuarios en el correcto uso del software.

7. Definición de los requisitos de usuario de la metodología integrando el ACV simplificado.

A partir de la revisión del alcance de las herramientas existentes, y de las necesidades y principales intereses de las empresas del sector (requisitos ambientales solicitados en pliego u ofertados por las más avanzadas en esta materia), se ha detectado que el alcance de estas herramientas no cubre adecuadamente la evaluación de aspectos ambientales, especialmente tal y como se solicitan en las licitaciones, ni facilitan la implantación de la norma ISO 14006, ni aportan estrategias de ecodiseño de producto específicas para el sector del mueble. De hecho, este sector no cuenta con ninguna herramienta adaptada al mismo como ocurre en el caso del sector de la construcción.

Se ha realizado un cuestionario sobre ecodiseño a varios diseñadores, para analizar el grado de aplicación y conocimiento y detectar carencias a este respecto. Las conclusiones se indican a continuación.

Normalmente las empresas contratan diseñadores externos porque no tienen en plantilla o porque buscan nuevos diseños o para realizar una modificación del producto, bien para que sea más fácil de producir o bien por exigencias del cliente. No se suele pedir ecodiseño o requisitos ambientales de forma explícita, pero sí solicitan algunos requisitos basados en estrategias ambientales de ecodiseño, fundamentalmente las relacionadas con el envase y el embalaje, proceso de fabricación, consumo y uso. Referente a la concepción y diseño del producto, no se suele pedir ningún requisito ambiental, aunque los diseñadores consideran que se podría aportar alguna estrategia relacionada con:

- Utilización de materiales de menor peligrosidad.
- Utilización de materiales reciclables o reciclados en el producto.

La reducción de cantidad de material utilizado en el producto, se aplica pero siguiendo criterios de reducción de costes, en lugar de requisitos ambientales.

En la fase de fabricación / producción, no se aplica ningún requisito ambiental. Aunque los diseñadores indican que se podría optimizar la tecnología de fabricación del producto o reducir la cantidad de entrada de material en el proceso de fabricación.

Los diseñadores consideran que la optimización del envase y embalaje no supondría un esfuerzo adicional en la labor de diseño del producto.

Es de destacar que los diseñadores hacen mucho hincapié en la facilidad de optimizar la vida útil del producto. Siendo en la estrategia de diseño donde más coinciden. Una alta durabilidad del producto, un diseño atemporal y una estructura modular soportarían esta estrategia.

El motivo de incluir cuestiones ambientales en el diseño de producto, se realiza siempre por requisitos legales (legislación más estricta en residuos, productos químicos, seguridad del producto, etc.) o por exigencias del mercado. Aunque todos los diseñadores coinciden en que no se incluyen las cuestiones ambientales de forma sistemática en los pliegos de condiciones.

Los programas utilizados por los diseñadores en la creación del producto suelen ser de dibujo en 3D, dibujo y modelado mecánico en 3D, lo que les permite visualizar conceptos y simular el

funcionamiento de los diseños en el mundo real. Aunque estos programas no están expresamente diseñados para ello, les permiten calcular pesos, volúmenes, introducir densidades de material, cambiar materiales, etc. Lo que hace de estos programas una buena herramienta para cálculos en la etapa de inventario de análisis de ciclo de vida.

Para potenciar la aplicación del ecodiseño por parte de los diseñadores entrevistados, la herramienta debería recoger información sobre los siguientes aspectos (peligrosidad del material base o los recubrimientos, identificar materiales fácilmente reciclables de los que no lo son, e indicar para cada una de las operaciones las alternativas en cuanto a tecnologías más limpias de fabricación (desengrasas acuosos frente a desengrasas que usan disolvente, fabricación aditiva frente a fabricación convencional...), para que de una forma sencilla el diseñador pudiera elegir las opciones ambientalmente más respetuosas.

Por otro lado, basándose en las conclusiones de las características identificadas para que una herramienta de ACV sea útil para sus usuarios, hay que considerar que:

- las empresas del sector del mueble no son (en general) usuarios avanzados y no poseen los conocimientos necesarios para el adecuado manejo de herramientas globales complejas (SimaPro, Gabi).
- las empresas generalmente disponen de poco tiempo/recursos para dedicar a estos aspectos que no son plenamente productivos y no siempre encuentran contrapartida con el reconocimiento del mercado.
- en caso de participar en licitaciones, los tiempos de reacción son muy escasos, y es necesario tener la posibilidad de verificar qué producto cumplen los requisitos solicitados y recopilar la información previamente elaborada para presentar la oferta y lograr la máxima puntuación posible.

En relación con los resultados, destaca la necesidad de cubrir dos usos distintos:

- durante el proceso de diseño, con resultados muy fáciles de interpretar por el diseñador en un proceso iterativo de evaluación y comparación de alternativas, y
- aquellas evaluaciones finales que tienen como objetivo la presentación de resultados finales a los clientes (EPDs, recopilación de criterios y evidencias documentales para elaboración/obtención de ecoetiquetas, etc.)

La herramienta debe ser intuitiva, fácil de entender y rápida de usar.

En relación con la facilidad de uso e interpretación de resultados, especialmente para análisis de ciclo de vida rutinarios durante el propio proceso de diseño, que permitan al diseñador validar ambientalmente un producto o parte del mismo, con un esfuerzo mínimo, esta directriz nos orienta a una **metodología de punto final**. Sin embargo, en el caso de elaboración de EPDs, esto es mucho más complicado, pues se requiere una **metodología de punto medio** específica según el programa de ecoetiquetado, y además una serie de indicadores, que incluso las herramientas complejas de ACV no dan fácilmente.

Por otro lado, debería **recoger** la mayoría de los **aspectos ambientales** que suelen requeridos **en licitaciones o ecoetiquetas tipo I certificables**, y que facilite la recopilación de dicha información y contrastar su cumplimiento para un producto determinado.

Por otro lado, en base a la experiencia de AIDIMA y AIMME, la mayor parte de las **bases de datos de análisis de ciclo de vida** existentes no están adaptadas a los procesos y materiales del sector del mueble, y mucho menos actualizadas. Tal y como se ha indicado anteriormente las fuentes de información proporcionadas por la herramienta deben ser fiables.

Por lo tanto las empresas necesitan una **herramienta adaptada**, que se ajuste mejor a su casuística, y que sea flexible. Esto entra en conflicto con el requisito de simplicidad, especialmente en lo que respecta al análisis de ciclo de vida y facilidad de integrar diversas bases de datos. La herramienta deberá ser **ampliable y customizable**, pero esto tendrá que ser a través del proveedor de la herramienta para elaborar y extraer los datos de indicadores de impacto de procesos y materiales específicos solicitados por una empresa.

Así mismo, además de **recuperar la información** que se ha introducido de forma estructurada en los diversos diagnósticos, existe la necesidad de obtener **resultados numéricos y gráficos**, así como que éstos puedan **exportarse fácilmente**, bien a excel si son datos numéricos, como a otro tipo de programa que procese texto.

Si bien la herramienta debe permitir trabajar a la vez a **diversos usuarios** en distintos archivos, e incluso en **multisesiones**, sin perder los datos, o pudiendo empezar un diagnóstico de la empresa al año siguiente, recuperando uno ya concluido y modificándolo para ahorrar tiempo. Por otro lado, en base a los requisitos de la ISO 14006 existe la necesidad de **crear registros no manipulables**, así como garantizar una coherencia en las bases de funcionamiento de la herramienta una vez adaptada a la empresa. Será necesario generar **diversos tipos de usuarios con diferentes niveles de edición**.

8. Metodología de ecodiseño adaptada a las empresas del sector de mobiliario para colectividades.

8.1. Estructura de la metodología propuesta.

Para la metodología se propone una estructura basada en 3 bloques independientes (con suficiente sentido por sí mismos) pero correlacionados (aportan apoyo a la empresa desde diversas perspectivas y entre sí).

Inicialmente se plantea un módulo teórico que aporte a la empresa una visión y formación amplia sobre el concepto de ecodiseño, y su contexto empresarial en relación con la sinergia que puede generarse con otras herramientas de mejora ambiental como son el ecoetiquetado o normativa ambiental, requisitos de compra verde, etc.

Las empresas que inician su andadura en materia de ecodiseño, suelen hacerlo con el objetivo de certificarse conforme a la ISO 14.006, como aval para sus clientes. Por tanto, se plantea un segundo módulo de ayuda teórica para su implantación y su posible integración con las ISO 14001:2015 e ISO 9001: 2015. El objetivo es ayudarles a integrar los requisitos de la norma en sus actuales sistemas de gestión, e incluir los pasos del proceso de ecodiseño dentro de dicha estructura. Con ello se lograría una aplicación sistemática del ecodiseño y por lo tanto una extensión de su posible alcance dentro de la empresa, más allá de algunos casos puntuales.

Una vez establecidas las bases teóricas, se procede a guiar a la empresa en la implantación del ecodiseño de forma práctica, mediante una serie de diagnósticos:

- Diagnóstico de procesos: representa un ejercicio común con las normas ISO 9001 e ISO 14001, que permitirá a la empresa ser consciente de sus actividades (tanto de tipo productivo como no productivo), evaluar las entradas y salidas (tanto de información como materiales) e identificar los aspectos ambientales asociados. Se trata de una primera aproximación a los procesos de la empresa y a la identificación y cuantificación, de los consumos y generación de salidas (productos o residuos, vertidos y emisiones) aunque sea de forma global para la producción anual de la empresa.
- Diagnóstico de ecodiseño de la empresa: a partir de la información anterior, la empresa realizará una revisión a través de las diversas categorías de estrategias de ecodiseño aplicables al sector del mueble. El objetivo consiste en forzar una reflexión profunda sobre su perfil y factores motivantes (bloque 1 del diagnóstico), así como sobre las mejoras ambientales o estrategias de ecodiseño potenciales o que ya han aplicado (no necesariamente por motivos ambientales sino por cuestiones económicas, de avance tecnológico o por exigencias del mercado).

Es importante que aquí la empresa se dé cuenta de las ventajas que han podido suponer dichas mejoras a nivel ambiental, y que aprenda a identificar del mismo modo, potenciales mejoras de ecodiseño para un futuro. Por ello, de forma muy guiada y estructurada, se hará a la empresa reflexionar e identificar de forma específica las estrategias que haya llevado a cabo anteriormente, evaluando sus pros y contras tanto de forma razonada como numéricamente. Así mismo, para aquellas que no haya llevado a cabo, se evaluará la viabilidad de su potencial aplicación en base a la casuística concreta

de la empresa (prioridades estratégicas, factores motivantes, tipología de productos, procesos, recursos, proveedores, costes, etc.).

El seguimiento periódico de dicho diagnóstico permite a la empresa verificar sus avances e hipótesis, revisar la idoneidad de su estrategia y adaptarse a los cambios en el contexto empresarial y de avances tecnológicos, que puede variar de forma importante con los años o por la aplicación de buenas prácticas o tecnologías limpias. Esta herramienta de **diagnóstico** es conveniente utilizarla y **actualizarla una vez al año de forma genérica para la empresa**, para tener una perspectiva global.

Así mismo, se propone utilizarlo como check list en el planteamiento de las estrategias de ecodiseño para un producto concreto en la fase de diseño conceptual. En este caso, el diagnóstico tiene un enfoque mucho más específico, adaptado al contexto y datos de entrada del diseño, y por lo tanto, las justificaciones de obstáculos y beneficios así como la descripción de la aplicación de la estrategia, debería ser mucho más detallada, aunque las estrategias relativas a la fase de producción coincidan con el diagnóstico general.

- Evaluación de aspectos ambientales de producto. De cara a la materialización de las estrategias de ecodiseño en sus productos, es importante contar con una herramienta de evaluación de aspectos ambientales, que en base a información no excesivamente compleja (de proveedores y la propia oficina técnica), permita comparar diversas alternativas de diseño, comprobar en qué grado se han incluido las estrategias de ecodiseño, y si éstas son acordes a la política y objetivos de la empresa. La representación gráfica superpuesta de ambas valoraciones, agrupando y ponderando los diversos aspectos en ejes ambientales, permite obtener una visión rápida de los puntos fuertes y débiles de cada alternativa de diseño.

La importancia de evaluar los aspectos ambientales es debido a que éstos son en mayor o menor medida controlables por la empresa a través de alternativas de diseño, relativamente fáciles de entender y correlacionar. Así mismo, son los requisitos exigidos en múltiples pliegos y sistemas de ecoetiquetado tipo I, por lo que tener controlado cuáles cumple o no un determinado producto, permite a la empresa realizar la mejor oferta para determinados pliegos, o satisfacer a clientes con requisitos ambientales específicos. La posibilidad de adjuntar las evidencias documentales de las mismas permitiría así mismo generar el dossier ambiental del producto con una eficacia y rapidez muy valorada en este subsector del mueble.

- Evaluación de impactos ambientales de producto. Como verificación final, para aquellas empresas con mayor experiencia en ecodiseño y herramientas de evaluación ambiental de producto, se propone la realización de un análisis de ciclo de vida simplificado para calcular los potenciales impactos ambientales. Esta herramienta es menos intuitiva que la evaluación de aspectos, implica introducir mucha información cuantitativa de difícil adquisición o no disponible y los resultados son los impactos ambientales evaluados conforme a una determinada metodología de impacto ambiental. Dichos resultados no son fáciles de comprender por personal no cualificado, y es más difícil establecer las conexiones entre las variables de diseño y los resultados obtenidos. Por otro lado, no existen valores límite para dichos valores de impacto, siendo únicamente una herramienta útil para la comparación entre productos que realizan la misma función (especialmente a nivel interno ya que se utilizan las mismas reglas e hipótesis).

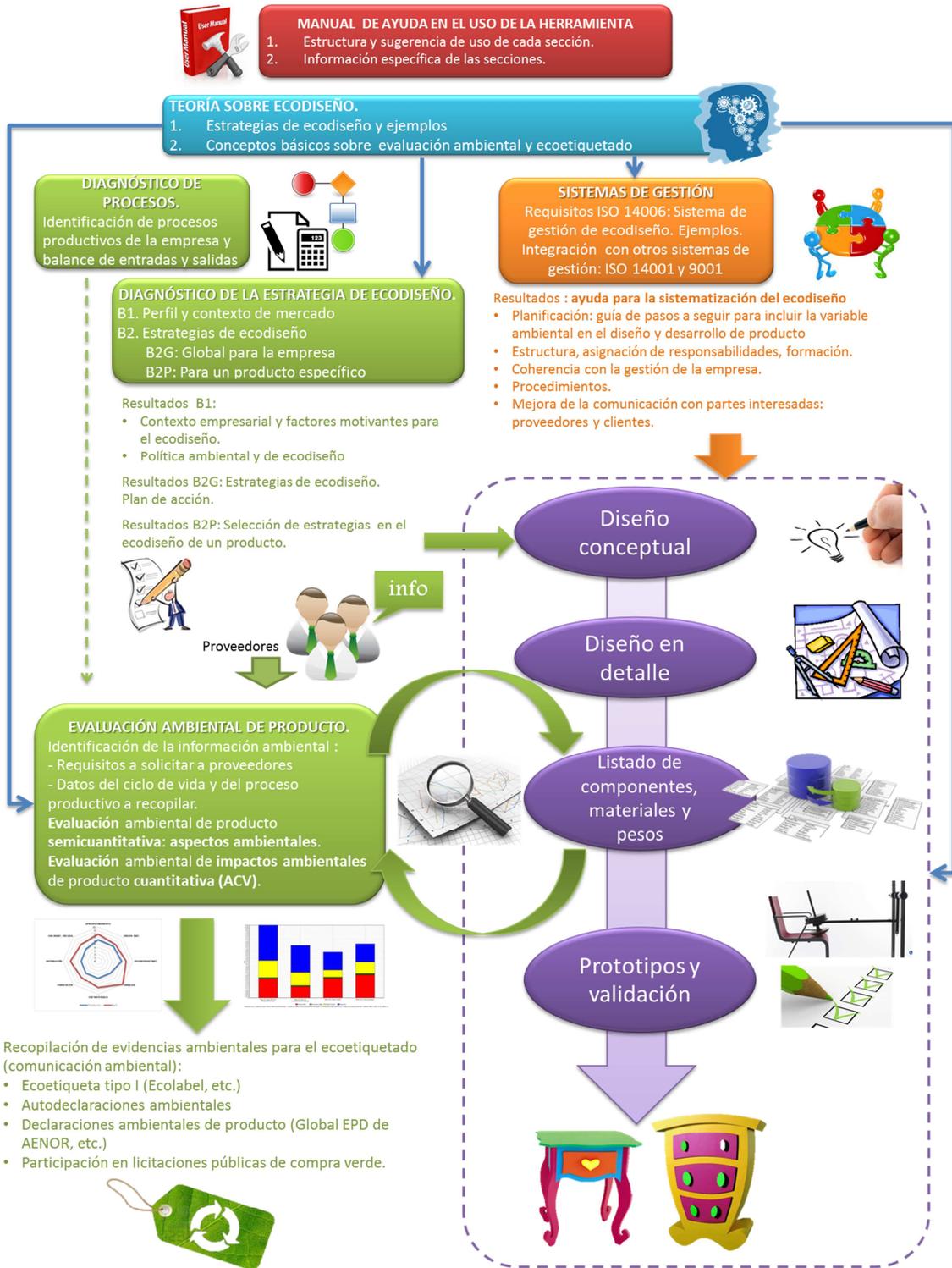


Figura 3. Esquema conceptual de la metodología/ módulos de la herramienta de ecodiseño y su integración en los pasos del proceso.

8.2. Conceptos de ecodiseño y estrategias aplicables al sector del mueble.

8.2.1. El concepto de ecodiseño.

El ecodiseño considera los criterios ambientales durante el proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios, al mismo nivel en el que son tenidos en cuenta otros criterios relativos a la calidad, legislación, costes, funcionalidad, durabilidad, ergonomía, estética, salud y seguridad. Como resultado, los productos ecodiseñados son innovadores y tienen un mejor comportamiento ambiental porque tienen en cuenta el impacto ambiental en todo el ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta el fin de la vida útil del producto.

El proceso de ecodiseño consiste de forma general, en las mismas etapas que un diseño habitual realizado por la empresa, al que se han añadido una serie de tareas asociadas a la inclusión y evaluación de los aspectos ambientales.

El ecodiseño es un factor de competitividad cada vez más importante para las empresas que lo ponen en práctica, debido a que responde al interés común de obtener productos económica y ambientalmente más eficientes.

El ecodiseño se basa en la premisa de la prevención del impacto ambiental del producto durante la fase de concepción y diseño del mismo, dado que la mayor parte de los impactos que genere a lo largo de su ciclo de vida (se suele decir que más del 80%), quedará determinado en dicho momento.

El ecodiseño adopta una visión integradora de la relación entre los productos / servicios y el medio ambiente a tres niveles:

- Todas las etapas del ciclo de vida entero del producto o servicio son consideradas: extracción y transporte de los recursos necesarios para la fabricación del producto, su producción, distribución, uso, mantenimiento, reutilización y tratamiento de sus residuos.
- El producto es considerado como un sistema. Todos los elementos que permiten al producto desarrollar su función (como consumibles, envases, sistemas energéticos, etc.) deben ser tenidos en cuenta.
- Se tienen en cuenta todos los impactos ambientales generados por el sistema-producto a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta visión multicriterio permite evitar posibles transferencias entre distintas categorías de impactos ambientales (por ejemplo, agotamiento de recursos, calentamiento global, toxicidad, etc.).

Podría concluirse que el enfoque del ecodiseño se centra en el servicio o función que realiza el producto, y la mejor forma de optimizarla reduciendo el impacto ambiental que conlleva. Por ello, los aspectos de calidad y satisfacción del cliente deben estar presentes en el núcleo de un proyecto de ecodiseño. Sin embargo, no hay reglas fijas ni una única forma de ecodiseñar un mismo producto. Todo dependerá de la capacidad creativa o de innovación del equipo de diseño, de la información, conocimiento y experiencia que puedan tener o adquirir, de las capacidades y recursos de la empresa, o incluso de su estrategia y motivación o del contexto empresarial de la misma en ese momento (tecnológico, económico, cultural, etc.). Por lo tanto, se puede concluir que el ecodiseño es una herramienta flexible, casi una filosofía de diseño, que persigue un objetivo en la medida de lo posible, y que para ello fomenta la innovación.

8.2.2. Principales estrategias de ecodiseño en el sector del mueble.

Como guía al equipo de diseño, se dan las estrategias de ecodiseño, siguiendo la clasificación elaborada por C. Van Hemel. En ella, los caminos posibles que la empresa puede seguir al aplicar el ecodiseño se agrupan en ocho estrategias, cada una de las cuales se subdivide en varios principios. No se trata de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones sino de una fuente de ideas para que el diseñador aborde los problemas ambientales de sus productos. Estas líneas genéricas, cuya concreción en acciones específicas para cada producto particular, deben evaluarse ambientalmente para verificar no sólo que efectivamente se logra el efecto deseado, sino que no influyen de forma negativa en otros aspectos o fases del ciclo de vida del producto.

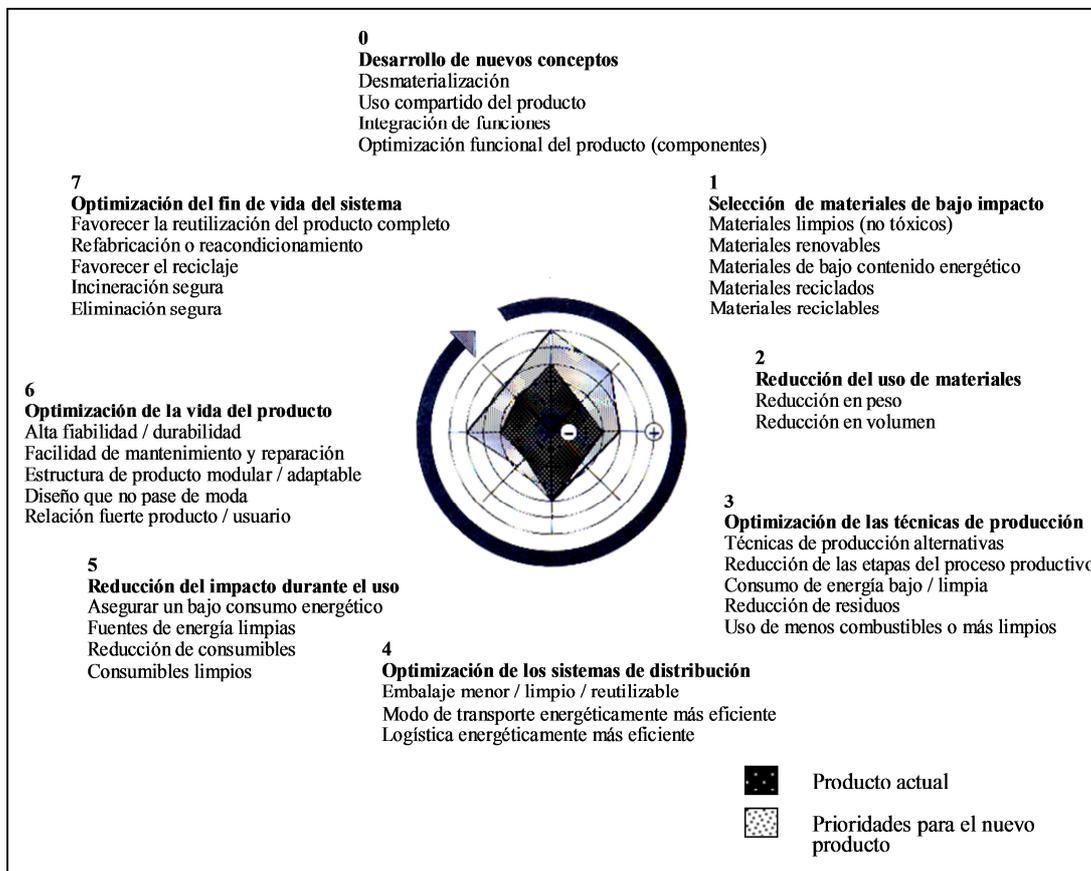


Figura 4 Rueda de las estrategias (Brezet y Van Hemel 97).

A continuación se indican las estrategias de mayor aplicación al sector del mueble, y especialmente a dos de los principales materiales: madera y derivados y metales.

Reducción del impacto ambiental de las materias primas y componentes.

En la selección de los materiales que formarán parte del producto, además de sus especificaciones técnicas, conviene tener presentes las siguientes recomendaciones:

- Seleccionar materiales renovables. Utilizar materiales de fuentes renovables (siempre y cuando éstas sean adecuadamente gestionadas), contribuye a la conservación de los recursos naturales. Por ello es importante contribuir a la explotación de materiales alternativos a los recursos no renovables como los combustibles fósiles, y minerales cuyas reservas son ya muy escasas, como el cobre, estaño, zinc o platino.

Una de las principales materias primas del sector es la madera, que es un recurso renovable. Es importante en este apartado hacer especial mención al efecto como sumidero de carbono que tiene la madera u otros materiales vegetales, así como a la importancia de asegurar que la madera provenga de explotaciones forestales gestionadas de forma sostenible (sistemas de certificación FSC y PEFC) para asegurar que se mantiene la masa forestal y se respeta el buen estado de los ecosistemas.

Adicionalmente existen plásticos, tapicerías y adhesivos de origen renovable, total o parcialmente.

- Seleccionar materiales de baja o nula toxicidad. La sustitución de materias primas con características de peligrosidad no afectan únicamente a la permanencia de dichas propiedades como componentes del mueble. En muchos casos el principal impacto se da durante su proceso de obtención y su aplicación.

Es de especial interés para el sector alternativas al tratamiento de la madera con sustancias biocidas altamente peligrosas. Así mismo los adhesivos generan emisiones de compuestos orgánicos volátiles, y en concreto los termoendurecibles basados en formaldehído generan emisiones de dicha sustancia que no ha acabado de reaccionar durante el proceso de curado.

El proceso que reúne la mayor cantidad de materias primas peligrosas en el sector del mueble, se centra en los recubrimientos de los diversos sustratos, ya sea por motivos puramente estéticos o por protección funcional. En el caso de la madera y derivados, las estrategias de ecodiseño se centran en emplear adhesivos o pinturas y barnices con bajo contenido en disolventes (las pinturas con disolvente en base agua, de altos contenidos en sólidos o las pinturas en polvo son alternativas viables para sustituir los sistemas en base disolvente, pero en ocasiones las empresas deben realizar ajustes en su forma de trabajar. También se tiene en cuenta el contenido de otras sustancias peligrosas, como pigmentos basados en metales pesados, sustancias cancerígenas, etc.

En relación a los recubrimientos electrolíticos, se previene respecto a los recubrimientos con cinc, níquel y especialmente cromo (III) y (VI) o cadmio. Estos pueden aportar excelentes propiedades anticorrosivas, de resistencia superficial o estéticas, pero implican ciertas propiedades de peligrosidad, especialmente en su procesado y residuos consiguientes. Siempre que sea posible, debe sustituirse por

recubrimientos de pintura en polvo, aluminio pulido o recubrimientos metálicos alternativos.

- Selección de materiales con bajo contenido energético. Un material tiene un alto contenido energético si en su extracción u obtención ha sido necesaria una alta cantidad de energía. Sin embargo su utilización estará justificada si éste se recicla o, por ejemplo, se obtienen mejoras en el consumo de energía del producto debido a su ligereza.
- Selección de materiales reciclados para aprovechar la energía invertida en la obtención de estos materiales y disminuir su eliminación como residuos.
- Selección de materiales reciclables, y a ser posible, que sirvan para producir material reciclado de alta calidad. Esto será mucho más efectivo si los sistemas de recolección ya están instalados o previstos. (Ver diseño para el reciclaje).
- Seleccionar la menor cantidad posible de materiales diferentes para un mismo producto, así será más fácil la recolección y su reciclado o en todo caso, escoger materiales compatibles en el reciclado. En este sentido se debería evitar materiales que sean difíciles de separar como aquellos compuestos, laminados, rellenos, retardantes de llama, refuerzos de fibra de vidrio.

Reducción del uso de materiales.

La reducción en peso implica generalmente menos uso de recursos y menos residuos. Así mismo se contribuye a disminuir el impacto ambiental durante el transporte del producto.

En ocasiones los productos están sobredimensionados, la reducción de espesores y otras dimensiones no críticas, permiten reducir la cantidad de material presente en el producto. Las propiedades finales (resistencia, etc.) se pueden compensar con refuerzos en ciertas zonas.

Otra forma de reducir el peso de un producto (en general, pero especialmente útil en componentes metálicos), es utilizar otro tipo de estrategias como el vaciado interior de formas, evitando piezas macizas o uso de estructuras internas ligeras, o directamente eliminar los componentes o partes del producto que no tienen ninguna función importante o no incrementan su calidad o su valor estético.

En los componentes o productos metálicos, existen otras opciones de reducir el peso del propio material mediante el uso de aleaciones de metales más ligeras y resistentes. Las aleaciones ligeras (aluminio, magnesio, titanio) se emplean principalmente en automoción, aeronáutica, medicina, etc.

También mejora la eficiencia en el transporte y el almacenaje la reducción en volumen. Para ello pueden emplearse productos plegables, anidables o dejar el ensamblado final de las partes al usuario.

Reducción del impacto ambiental durante la producción.

Esta estrategia tiene como objetivo 'una producción más limpia' a través de mejoras en el proceso, bien mediante un cambio de tecnología, aumentando la eficiencia del proceso o reduciendo el número de etapas de fabricación necesarias mediante una adecuada selección de los materiales.

Así mismo se debe intentar reducir tanto el consumo de recursos y energía (procurando que éstos generen el menor impacto posible) como de los residuos generados. Una posibilidad sería emplear maquinaria más eficiente a nivel energético, utilizar energías renovables, o reciclar parte de los residuos generados en el propio proceso.

Independientemente de tener implantado un sistema de gestión ambiental, preferiblemente certificado (ISO 14.001 o EMAS), siempre que sea posible se aplicarán las mejores técnicas disponibles (MTD's). Algunas de las MTD's para el sector de procesado y recubrimiento de madera :

- Sistemas de optimización de corte de madera.
- Sistemas de aplicación de adhesivos de elevada eficacia de transferencia.
- Sistemas de aplicación de pinturas y barnices de elevada eficacia de transferencia.
- Sistemas de curado: pinturas de curado ultravioleta aplicadas a rodillo o cortina (piezas planas).
- Sistema automático de limpieza de pistolas que reducen el consumo de disolvente y la cantidad de residuo peligroso resultante (reciclan internamente el disolvente sucio).
- Recuperador de disolventes, que destilan el disolvente sucio de la limpieza de equipos, reduciendo el residuo peligroso (aprox. un 15-25% del volumen inicial de residuo de disolvente), y el destilado puede volver a utilizarse en limpieza.

Optimización de las técnicas de producción sector metal.

Principalmente son técnicas basadas en la minimización de la cantidad y/o peligrosidad de las emisiones y residuos en la misma fuente donde se generan mediante la utilización de materias primas sin contaminantes o con una menor proporción de éstos. Esto puede suponer una sustitución de la materia prima en cuestión o una purificación de la misma.

- Desengrase al disolvente sin halogenados.
- Desengrase biológico.
- Sustitución de baños cianurados.
- Eliminación de cianuros en baño de cobre alcalino.
- Eliminación de cianuros en baño de cinc.

Optimización de los sistemas de distribución.

El embalaje de un producto debe diseñarse siguiendo las mismas directrices que para el producto en sí, es decir, debe considerarse como una parte más, pero con el agravante de que generalmente tiene una vida útil mucho menor. En algunos casos puede ser beneficioso el

empleo de embalajes reutilizables en combinación con un sistema de devolución o depósitos monetarios, pues hay que considerar en cada caso el impacto añadido del transporte de retorno y su acondicionamiento.

Si la empresa tiene poder de influencia en este aspecto, se deben seleccionar modos de transporte energéticamente más eficientes: el transporte por avión o por carretera es mucho más contaminante que el transporte marítimo o por tren para el mismo recorrido (fundamentalmente debido al consumo específico de combustible por unidad de peso o volumen).

Así mismo conviene cuidar que la logística sea energéticamente más eficiente mediante la optimización de recorridos y cargas, estandarización de embalajes, etc.

Reducción del impacto durante el uso.

Reducción del impacto durante el uso.

Esta estrategia no es especialmente relevante en el caso del sector del mueble. Se tratará de reducir el consumo de los materiales necesarios durante su uso (productos de limpieza y accesorios), y que estos tengan bajo impacto ambiental.

Optimización de la vida del producto.

El objetivo de esta estrategia es extender la vida técnica (el tiempo durante el cual el producto funciona bien) y la vida estética (el tiempo durante el cual el usuario encuentra al producto atractivo), con el fin de que sea usado por el mayor tiempo posible. Si la empresa pretende extender la vida útil del producto, deberá prepararse para desarrollar un servicio de mantenimiento y ofrecer repuestos/componentes por un largo periodo.

- Alta fiabilidad y durabilidad: en la medida en que puede suponer además una reducción importante del impacto ambiental de los productos, debería ser adoptada mayoritariamente como objetivo en detrimento de los productos de "usar y tirar". En el caso del sector del mueble, los productos tienen una estimación media de vida útil que puede oscilar entre los 10-15 años, siendo muy superior en función del tipo de mueble y también en función de la gama de producto.

Esta estrategia es especialmente relevante en el caso de los muebles, ya que el aspecto externo del producto, en ocasiones, determina el fin de vida útil del producto antes de la pérdida de características funcionales.

Tanto la resistencia de los materiales, como determinadas propiedades adicionales que deben aportarse mediante diversos tratamientos (que generalmente implican el uso de sustancias peligrosas), vienen determinados por el nivel de exigencia en el uso. Por ello es muy importante realizar una adecuada caracterización de la exposición ambiental a la que va a estar sometido el producto (no es lo mismo un uso en exteriores que en interiores), o bien los requisitos de severidad de uso, en lugares públicos de mucha afluencia o para uso doméstico, ya que esto puede incidir de forma directa en la selección de materiales, tanto en lo relativo a la cantidad como a la peligrosidad.

Por otro lado, conseguir un diseño "clásico"(que no pasa de moda), o una relación fuerte producto – usuario, permitirán un mayor cuidado del producto y lograr que la vida estética del producto sea similar o superior a su vida técnica.

- **Facilidad de mantenimiento y reparación:** Se debe asegurar que las actividades de mantenimiento y reparación del producto sean fáciles de realizar, así como su limpieza; con el fin de que sean efectuadas a tiempo. Para lograr dicho objetivo:
 - Diseñar el producto de tal forma que necesite poco mantenimiento.
 - Indicar en el producto cómo se debe abrir para limpiarlo o repararlo, por ejemplo: dónde hay que usar un destornillador para abrir una unión cerrada a presión.
 - Indicar en el mismo producto a qué partes debe dárseles mantenimiento o limpieza de una manera específica, por ejemplo: identificando puntos de lubricación por colores.
 - Facilitar la ubicación y acceso a las partes que se deterioran para que puedan ser reparadas/remplazadas a tiempo.
 - Estructura de producto modular / adaptable: ofrece la posibilidad de actualización de las partes del producto que vayan quedando deterioradas así como la incorporación de mejoras u adaptaciones al usuario.

Reducción del impacto ambiental al final de la vida del producto.

Esta estrategia se refiere a lo que le sucede al producto al terminar su vida útil. Como prioridad, se procura que se pueda usar nuevamente el producto o sus componentes valiosos a través de refabricación o remodelación, asegurándose así un manejo adecuado de los desechos. Volver a utilizar el producto, sus componentes o materiales puede reducir el impacto ambiental, pues se reinvierten los materiales y la energía usada originalmente en su fabricación y se previenen las emisiones dañinas adicionales.

Para que estas estrategias de recuperación de materiales y componentes tengan éxito, e incluso para alargar la vida útil del producto mediante el mantenimiento, es necesario considerar desde el inicio el diseño para el reciclaje. Algunas de las líneas de acción para lograrlo son:

- Planificar la separación de los materiales: Diseño modular.
- Diseñar con monomateriales y reducir su variedad.
- Usar materiales reciclables e identificarlos.
- Minimizar el número de piezas.
- Uniones mecánicas y fácilmente accesibles.

Si lo anterior resultara imposible, desde un punto de vista ambiental, la mejor opción sería el reciclado y si no, entonces incineración o depósito en vertedero autorizado son las últimas opciones, en las que se deben evitar los daños para el medio ambiente.

La otra opción a considerar, si bien su eficacia depende de la adecuada gestión final y su identificación previa, consiste en la utilización de materiales biodegradables, tal y como se ha indicado en la sección de materiales.

8.3. Sistema de gestión de ecodiseño ISO 14006.

Las empresas que ya tienen un sistema de gestión ambiental y/o de calidad establecido, integran el ecodiseño en dicho sistema, requiriéndose:

1. Evaluar los impactos producidos por los aspectos ambientales en el ciclo de vida del producto.
2. Identificar las medidas requeridas para reducir los impactos ambientales.
3. Integrar el proceso de ecodiseño en el de diseño y desarrollo (ISO 9001); las etapas son las mismas, pero hay que considerar los aspectos ambientales del producto.

Algunos de los beneficios que se pueden conseguir al realizar el ecodiseño son:

- Ventajas económicas (Reducción de costes de energía eléctrica, combustibles, agua y materias primas, captación de financiación, inversiones, aumento de la competitividad).
- Posibilidad de captar clientes sensibilizados y concienciados con la cuestión ambiental
- Promoción de la innovación y la creatividad
- Identificación de nuevos modelos de negocio
- Aumento del conocimiento del producto
- Reducción de la responsabilidad legal al disminuir los impactos ambientales
- Mejora de la imagen de la organización y de la marca

Rol de la alta dirección.

Empezaremos tratando el **papel de la alta dirección**, ya que su implicación y su liderazgo son fundamentales para que el sistema de gestión prospere. La alta dirección tiene que establecer las líneas estratégicas para asegurar que el ecodiseño se desarrolla e implanta adecuadamente en la organización. La alta dirección liderará el sistema de gestión ambiental y se asegurará de que se logran los resultados previstos; para ello, proporcionará los recursos materiales y humanos necesarios para que:

- El ecodiseño esté integrado en el alcance del sistema de gestión ambiental.
- El personal cuyo trabajo pueda generar un impacto significativo sobre el medio ambiente, reciba la formación adecuada y tenga la cualificación necesaria.

La alta dirección tiene que establecer la **Política ambiental** y asegurarse de que:

- a) Esté alineada con la naturaleza, magnitud e impactos ambientales significativos de los productos a lo largo de su ciclo de vida.
- b) Incluye un compromiso de:
 - Cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con los aspectos ambientales de sus productos.
 - Prevenir la contaminación.
 - Mejorar el proceso de ecodiseño y el desempeño ambiental de los productos de la organización a lo largo de su ciclo de vida, sin trasladar impactos ambientales adversos de una etapa del ciclo de vida a otra o de una categoría a otra, salvo que tenga como

resultado una reducción neta de los impactos ambientales negativos a lo largo del ciclo de vida del producto.

c) Proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas ambientales relacionadas con el producto.

d) Se comunica a todo el personal que trabaja para la empresa o en nombre de ella y está a disposición del público.

A continuación se indican las directrices que establece la norma ISO 14006 y que al igual que en las normas de gestión ambiental y de la calidad, el enfoque se fundamenta en el ciclo de Deming o espiral de mejora continua que consta de cuatro pasos (planificar, hacer, verificar y actuar).

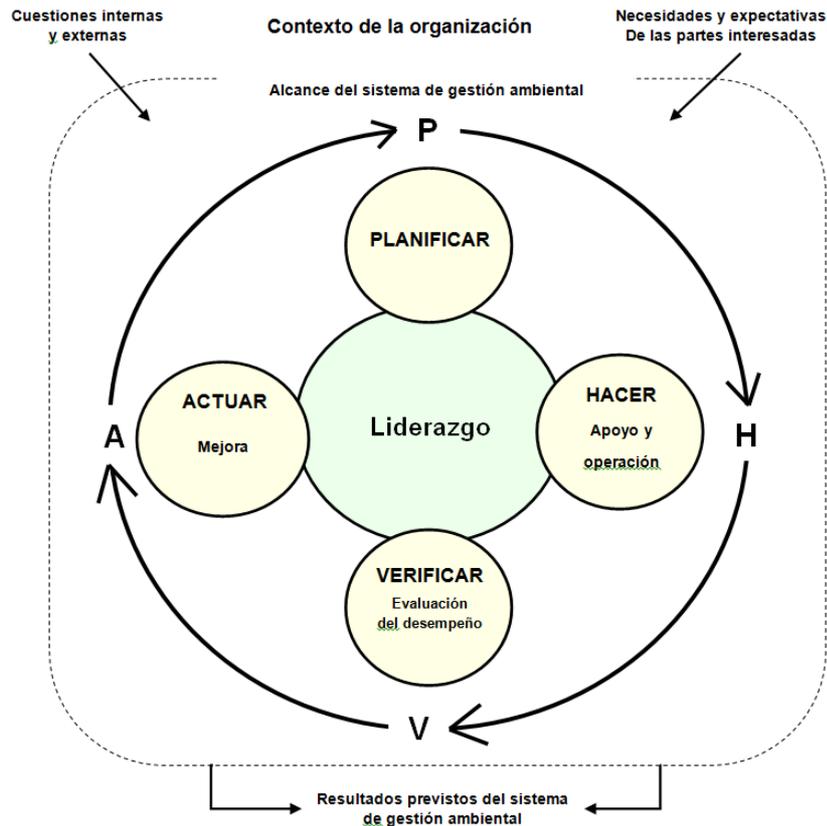


Figura 5. Esquema PHVA de la ISO 14006.

PLANIFICAR (P)

La organización debe:

- Planificar las acciones necesarias con el fin de lograr los resultados previstos en el sistema de gestión ambiental.
- Prevenir o reducir los efectos indeseados, determinando los riesgos y oportunidades que debe abordar relacionados con los requisitos legales, los aspectos ambientales y otros requisitos que se hayan suscrito, así como necesidades y expectativas de las partes interesadas.

HACER (H)

El ecodiseño requiere tener en consideración los aspectos ambientales significativos de un producto en todas las etapas de su ciclo de vida. Los elementos clave del enfoque de ciclo de vida son:

- Minimizar el impacto ambiental global adverso del producto
- Identificar, evaluar cualitativamente, y cuando sea factible, cuantificar los aspectos ambientales significativos del producto
- Considerar las compensaciones entre los diversos aspectos ambientales y entre las distintas etapas del ciclo de vida.

Las etapas durante el diseño y desarrollo son:

- Especificar las funciones del producto
- Definir los parámetros ambientales significativos a partir del análisis de los requisitos ambientales de los elementos de entrada y la evaluación de los aspectos ambientales.
- Identificar las estrategias de mejora ambiental para el producto, en función de los aspectos y los parámetros ambientales identificados en las etapas anteriores
- Establecer especificaciones de producto que incluyan los requisitos ambientales.
- Desarrollar objetivos/metas ambientales basados en las estrategias de mejora.
- Desarrollar soluciones técnicas para cumplir los objetivos/metas ambientales sin olvidar otras consideraciones del diseño.

La organización:

- Establecerá los controles necesarios, para asegurar que en el proceso de diseño y desarrollo del producto o servicio se contemplan los requisitos ambientales de cada etapa de su ciclo de vida.
- Comunicará a los proveedores y subcontratistas los requisitos ambientales para la compra de productos y servicios.
- Deberá considerar la necesidad de proporcionar información sobre los impactos ambientales significativos asociados al transporte y la entrega de productos, el tratamiento al fin de la vida útil y la disposición final de productos y servicios.
- Deberá asegurarse que las medidas adoptadas sobre el impacto ambiental de una etapa individual, no alteran o influyen negativamente sobre el impacto ambiental global relacionado con el producto
- Establecerá y mantendrá los procesos necesarios para prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos provocados por situaciones de emergencia.
- Se asegurará de que los procesos están controlados, incluyendo los contratados externamente.
- Realizará las verificaciones, validaciones, así como otras acciones que sean necesarias en las etapas establecidas en la planificación.

VERIFICAR (V)

La organización realizará el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación de su desempeño ambiental para asegurar que el sistema está implantado y se mantiene.

ACTUAR (A)

La organización determinará las oportunidades de mejora y las implementará, con el fin de mejorar el desempeño ambiental y asegurar su eficacia.

9. Diagnóstico de procesos.

Esta fase consiste en la búsqueda y recopilación de toda la información y pruebas adecuadas para que las conclusiones reposen sobre una base sólida. Se trata de identificar los procesos, materias primas, materias primas auxiliares, consumos de combustible, electricidad, etc. Del grado de rigurosidad y profundidad que se aplique en esta fase, dependerá la calidad y fiabilidad del análisis y conclusiones subsiguientes.

Las nuevas normas de gestión (ISO 14001:2015 e ISO 9001:2015) tienen un enfoque basado en procesos, por lo que la realización de un diagnóstico de procesos supone una buena base para la toma de decisiones de ecodiseño con una perspectiva práctica de la realidad de la empresa, y que cuenta con el soporte de los sistemas de gestión que ya tenga implantados la empresa, en el aporte de datos.

1. Relación de etapas.

En este apartado se pretende definir el proceso de obtención del producto, detallando no sólo el proceso productivo, sino también los elementos de entrada y de salida tras un procesado en el que se incrementa su valor.

Los diagramas de flujo son la herramienta más utilizada a la hora de tomar datos cuando se realizan análisis ambientales. Los diagramas son representaciones gráficas que permiten visualizar de forma rápida y clara las operaciones que constituyen el proceso productivo, y cómo están relacionadas entre sí. Los elementos principales son cajas que representan procesos y flechas que representan flujos de material. Las entradas y salidas de cada caja se computan en base a balances de materia y energía (entrada = salida), mediante un álgebra simple.

En este punto se debe determinar en qué consiste la etapa en cuestión, adquiriendo datos con el máximo detalle sobre las condiciones y características propias de cada etapa. Enumerándose para cada etapa, si fuera necesario, todas las operaciones unitarias o secuencias de la que está compuesta. Incluyendo no sólo fabricación sino también adquisición de materias primas, distribución, embalaje, etc. Es conveniente, si existe, dividir cada etapa en las operaciones unitarias que la componen.

2. Relación de entradas y salidas a los procesos.

Esto permitirá conocer entre otras las materias primas utilizadas, y los aspectos ambientales producidos (residuos, vertidos, emisiones, etc.). Para asignar las referencias puede ser de interés utilizar códigos alfanuméricos, por ejemplo: XX-XX. Esto permite la clasificación de entradas y salidas y facilita el tratamiento posterior de los datos.

- Relación de materias primas principales, auxiliares y energía. Son las entradas de correspondientes al diagrama de flujo de la etapa u operación. Se deberán referenciar todas las materias primas incluyendo agua, combustibles y energía, con las mismas referencias utilizadas en los diagramas de flujo. De esta forma las entradas consistirán en:
 - Materias primas. Es decir aquellas que van a formar parte del producto final. Aquí se incluyen materiales como madera, metal, plástico, pintura, etc.

- Materias primas auxiliares. Son aquellas que son necesarias para el proceso pero que no forman parte del producto final. Aquí se incluye normalmente agua, taladrinas, aceites, desengrasantes, detergentes, aditivos diversos, etc.
- Energía. Aquí se incluiría los recursos energéticos necesarios para desplazar la maquinaria (por ejemplo para el transporte de carretillas, o el movimiento de puentes grúa) o para el movimiento de máquinas (motores, etc.). Por ejemplo energía eléctrica
- Combustibles. Necesarios tanto para calentar, como para mover la maquinaria. Por ejemplo: gas natural, gasoil, etc.

De las materias primas y los combustibles se deberá considerar sus características físicas y químicas, su posible peligrosidad y su manipulación y almacenamiento.

- Relación de residuos, vertidos líquidos, emisiones a la atmósfera. Son las salidas correspondientes al diagrama de flujo de la operación unitaria. Para cumplimentar este apartado, se analizará la actividad industrial de la empresa y los potenciales aspectos ambientales generados por la misma, el estudio se centrará en:
 - Residuos no peligrosos (como virutas metálicas o recortes de madera, tableros y materias primas no peligrosas), o asimilables a urbanos.
 - Residuos peligrosos: aceites, pinturas y barnices, disolventes, ácidos, bases, etc. así como los recipientes y envases que los han contenido.
 - Vertidos: aguas residuales industriales tratadas (aguas procedentes de la depuradora de aguas residuales, aguas de refrigeración, aguas de rechazo de equipos diversos –ósmosis, membranas- etc.)
 - Emisiones a la atmósfera (canalizadas o difusas): gases de combustión, vapores procedentes de baños, polvo y partículas, vapores de disolvente, etc.

Para facilitar el tratamiento de datos, en esta etapa se pueden establecer tablas que recopilen y resuman la información recogida. Por ejemplo:

Hay que destacar que un mismo aspecto, por ejemplo un residuo, puede aparecer en varias secciones o procesos productivos dentro de una misma organización. También puede ocurrir que varios aspectos se agrupen para dar un único aspecto, por ejemplo los vertidos de una línea de superficie se pueden unir para recibir un tratamiento en la depuradora y dar lugar a un único punto de vertido.

Al completar las tablas, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones en la recogida de datos:

- Referir todas las cantidades indicadas en la tabla a un mismo marco de referencia de producción (por cantidad de material procesado u obtenido) para que sea posible comparar su evolución o con otros procesos alternativos. Es lo que más adelante, en el ámbito del análisis de ciclo de vida, llamaremos unidad funcional. La selección adecuada de la referencia productiva debe ser cuidadosamente seleccionada en función de la operación o proceso a analizar, para que realmente resulte un valor de normalización del proceso.
- Origen de los datos. Existen dos tipos de datos principales: primarios (datos de campo obtenidos directamente de los procesos, proveedores etc., que pueden ser medidos

en continuo o periódicamente) y secundarios o calculados a partir de datos comerciales, evaluaciones de expertos, revisiones bibliográficas y estudios diversos.

Se recurre a los datos secundarios cuando los datos primarios son incompletos o difícilmente accesibles. Estos datos deben ser utilizados con precaución y deben ser adaptados para asegurar su representatividad. El principal inconveniente de los datos secundarios es que no se han recogido específicamente para este fin, lo que puede dificultar su análisis posterior.

- Agrupación de operaciones unitarias. En ocasiones, no será posible la obtención de todos los datos primarios segregados por operación unitaria, lo que hará necesario agrupar las operaciones por etapas, o estimar los datos. Este será posiblemente el caso del consumo de electricidad, para el que las empresas suelen tener un único contador. Siempre será interesante poder hacer estimaciones (datos secundarios) a partir de los datos de potencia de la maquinaria, pero el dato más fiable será el consumo total obtenido directamente de las facturas de la empresa.
- Así mismo, para evitar la influencia en la productividad de factores no controlados, es conveniente que todos los datos pertenezcan a un mismo marco temporal (por ejemplo un mismo año de producción).

10. Diagnóstico y definición de la estrategia de ecodiseño de la empresa.

El objetivo de esta etapa es que la empresa realice una reflexión guiada de sus prioridades en materia de ecodiseño, para que sean coherentes con su política ambiental, contexto empresarial (proveedores, clientes y/o tendencias de mercado, así como con requisitos de otras partes interesadas si los hubiera), recursos propios de personal (tiempo, conocimientos y experiencia...), tecnología disponible, infraestructuras, recursos económicos, etc.

Bloque 1: Perfil de actividad de la empresa. Se realizan unas preguntas para definir el perfil de la empresa, mercado y su implicación o recursos en materia de diseño. Así mismo se establece el estado de la gestión ambiental en la empresa (quién la realiza, grado de formación y aspectos ambientales más relevantes) y los requisitos ambientales de los clientes y nivel ambiental de la competencia.

A continuación, en el Bloque 2, la estructuración del autodiagnóstico propuesto seguirá principalmente la clasificación acorde a la rueda de estrategias de ecodiseño. De esta forma, se hace reflexionar a la empresa sobre aspectos en los que quizá no había reparado previamente, pero que junto con el apoyo teórico módulo de estrategias de ecodiseño, pueden resultar de interés para reducir el impacto ambiental de la actividad empresarial desde una perspectiva de ciclo de vida.

Este diagnóstico es útil para guardar registro de la situación y planteamientos de la empresa, así como de su evolución en el tiempo, dado que está pensado para realizar revisiones periódicas, actualizando las respuestas en base a la experiencia lograda al ir poniendo en práctica algunas de las estrategias, reconsiderar las evaluaciones por actualización de la información o tecnología disponible, etc. De esta forma queda recogido el bagaje de la empresa y constituye una base firme para el inicio de un nuevo proyecto de ecodiseño.

Cuando el diagnóstico se realiza para un producto concreto, si bien el recorrido a realizar por las preguntas es el mismo, la empresa debería contestar de forma muy específica, teniendo en cuenta los requisitos de entrada del diseño y así mismo las limitaciones que puedan existir para el mismo, en la justificación de la posible aplicación y valoración de las diversas estrategias de ecodiseño.

Dado que esta fase de selección de las estrategias de ecodiseño se enmarca en la parte más creativa del proceso de diseño (diseño conceptual), es importante no restringir a la empresa en un proceso demasiado cerrado. Por ello, si bien se marcan las líneas directrices genéricas de ecodiseño y se dan como posibilidad diversas acciones concretas en cada una de ellas que la empresa puede haber o podría poner en marcha, se permite así mismo una gran flexibilidad, dado que se pueden añadir nuevas opciones dentro de una estrategia, no consideradas anteriormente.

Siempre es recomendable, especialmente al principio, que el diagnóstico sea realizado o guiado por un experto en materia de ecodiseño, mientras que el resto del equipo de ecodiseño contribuye a aportar las respuestas.

Para cada una de las opciones marcadas, la empresa debe indicar con detalle de qué acción o acciones concreta/s se trata, y se van listando las diversas respuestas dadas para una misma opción de ecodiseño, quedando registrada la fecha en que se introdujeron. Dentro de cada respuesta, se debe evaluar los beneficios y obstáculos encontrados o previstos para cada acción. Siempre se solicita que incluyan una descripción que fundamente dicha valoración, y sirva como punto de partida para posteriores revisiones.

Una vez contestadas las preguntas del diagnóstico, para cada bloque se mostrará una ventana que recopila las opciones marcadas como respuesta a las diversas preguntas, eliminando las opciones no marcadas. En concreto, para el bloque de estrategias de ecodiseño éstas se dividirán entre acciones realizadas y acciones posibles. Así mismo se permitirá en un campo de texto en blanco, para que el auditor o la empresa realicen un resumen con las conclusiones del mismo.

La herramienta será capaz de generar gráficos XY en los que se ubiquen las diversas respuestas de ecodiseño, siendo los ejes la valoración de los beneficios y los obstáculos. De esta forma, las opciones realizadas y/o posibles con elevados beneficios y bajos obstáculos serán naturalmente prioritarias en la estrategia de ecodiseño a corto plazo de la empresa (especialmente si ya han demostrado su eficiencia), mientras que aquellas con grandes obstáculos, quedarán relegadas al medio-largo plazo.

Una vez finalizado el diagnóstico, que puede completarse en diversas sesiones, se generará un registro o informe, fechado e inalterable (no editable). Para posteriores revisiones, la empresa podrá editar un diagnóstico ya realizado (pongamos en 2015) y partir de éste, y guardarlo con otro nombre o generar uno nuevo desde cero.

Los requisitos de funcionalidad, seguridad y trazabilidad de los diagnósticos y sus registros serán abordados en el apartado de necesidades informáticas.

El resultado de dicho diagnóstico será una profunda reflexión de la empresa respecto a todas las alternativas posibles en función de su actual situación, y el establecimiento de prioridades para generar su estrategia de ecodiseño a corto, medio o largo plazo:

- Corto plazo: estrategias que suponen a la empresa pocos obstáculos para su implantación, priorizando aquellas con mayores beneficios. Generalmente serán buenas prácticas, cambios en la gestión de compras seleccionando materiales de menor impacto, etc.
- Medio plazo: estrategias que suponen mayores obstáculos para la implantación, pero que pueden conllevar un importante beneficio. En esta sección es posible que se incluyan los cambios que influyen de forma importante en el proceso productivo, y requieren de inversiones en equipamiento, como puede ser el cambio de los acabados en base disolvente por pinturas al agua.
- Finalmente quedan relegadas al largo plazo aquellas estrategias que implican grandes obstáculos y cuyo beneficio ambiental no es relevante o bien poco claro, o simplemente aquellas que hoy por hoy son inviables en la empresa.

11. Evaluación de aspectos ambientales de producto.

Al contrario de las fases anteriores de diagnóstico anteriores, que podían ser genéricas para la actividad de la empresa, o en las que no era necesario conocer perfectamente la composición del producto, esta evaluación requiere de dicha información para su funcionamiento (materiales y sus pesos correspondientes), por lo que su uso se recomienda en las fases de diseño en detalle.

Este módulo permite a la empresa verificar a nivel semicuantitativo, la mejora de los aspectos ambientales asociados al ciclo de vida de un diseño específico ecodiseñado, y poder comparar la mejora lograda respecto a un producto de referencia. A rasgos generales, proporciona una medida del grado de aplicación de las estrategias de ecodiseño previamente seleccionadas, y ponderadas tanto en base a la importancia relativa que tienen para la empresa, como por el grado de influencia en el producto (según su composición).

Esto se logrará a través de la aplicación de una tabla de valoración de los aspectos ambientales, previamente definida por la empresa, de acuerdo a su política y estrategia de ecodiseño. Dicha **Tabla de Valoración de Aspectos Ambientales**, será aplicada a materiales, componentes y finalmente a todo el producto y su embalaje. Los aspectos ambientales están clasificados conforme diversas categorías asociadas a las grandes estrategias de ecodiseño. A su vez, para cada criterio o aspecto ambiental se considerarán los diversos grados de cumplimiento que tendrán un valor asignado en un rango de 1 a 10, y se utilizará el peso de materiales y componentes en el peso total del producto para obtener la media ponderada de evaluación de cada aspecto. En algunos casos puede requerirse un sistema diferente de valoración.

Una vez obtenida la puntuación total para cada aspecto ambiental, los pertenecientes a un mismo eje serán ponderados conforme a la tabla de valoración. Si bien la herramienta propondrá una valoración de referencia establecida por AIDIMA, la empresa tendrá la posibilidad de ajustarla a sus valores y circunstancias, e incluso limitando los aspectos ambientales a considerar en la evaluación. Si bien esto entraña un margen de subjetividad, con ello se logrará una perfecta adaptación de la herramienta a los objetivos y alcance de la empresa. Sin embargo, una vez establecida la “Tabla de Valoración de Aspectos Ambientales” la herramienta impedirá que se comparen dos productos aplicando diferentes versiones de la misma para asegurar la coherencia y objetividad de los resultados.

Una vez obtenidas las valoraciones para cada eje de dos o más productos: el ecodiseñado (o incluso diseños alternativos) y su modelo de referencia, se representarán las valoraciones de cada producto para cada eje en un diagrama de araña. Esto permite visualizar rápidamente si el producto ecodiseñado representa una mejora cualitativa significativa.

Basándonos en la experiencia previa en la realización de diversos análisis de ciclo de vida en el sector del mueble, tanto por parte de los ITT participantes en el proyecto, como por diversas fuentes bibliográficas, indican que las principales etapas del ciclo de vida desde el punto de vista de la generación de los mayores impactos ambientales son las de obtención de las materias primas y la fabricación del producto.

En el borrador analizado de criterios de compra pública verde para mobiliario de la Comisión Europea, publicado en octubre de 2015, en el apartado referente al ciclo de vida de estos productos se indica que la fase dominante, con un 80-90% del impacto ambiental está asociada a los **materiales y componentes del mueble y respecto a la fase de producción, que el ensamblaje y /o tratamiento de los componentes es la fuente de mayor impacto ambiental debido a la utilización de productos químicos en los recubrimientos de superficie y la elevada temperatura en los procesos de curado.**

Teniendo esto en cuenta, en la evaluación de los aspectos ambientales se hará mayor hincapié en estas etapas (materiales y producción), que así mismo son aquellas en las que la empresa tiene mayor influencia o poder de decisión, y por lo tanto controlar mejor los aspectos ambientales asociados y conseguir mejoras en el impacto resultante. Partiendo de la rueda de las estrategias del ecodiseño desarrollada por Van Hemel y Brezet, (1998), se ha seleccionado las siguientes estrategias o ejes de aplicación para desarrollar criterios de evaluación que permitan alcanzar productos respetuosos con el medio ambiente en el marco del proyecto ECO-ACV.

Materiales:

1. Origen
2. Peligrosidad
3. Embalaje
4. Cantidad (uso mat.).
5. Aprovisionamiento

Resto de etapas:

6. Fabricación
7. Distribución
8. Uso, mantenimiento y fin de vida.

Figura 6. Modificación de la Rueda de las estrategias (Brezet y Van Hemel) para el proyecto ECO-ACV.



Asimismo la aplicación de la tabla de aspectos medioambientales nos ha permitido concretar dichos criterios de evaluación ambiental.

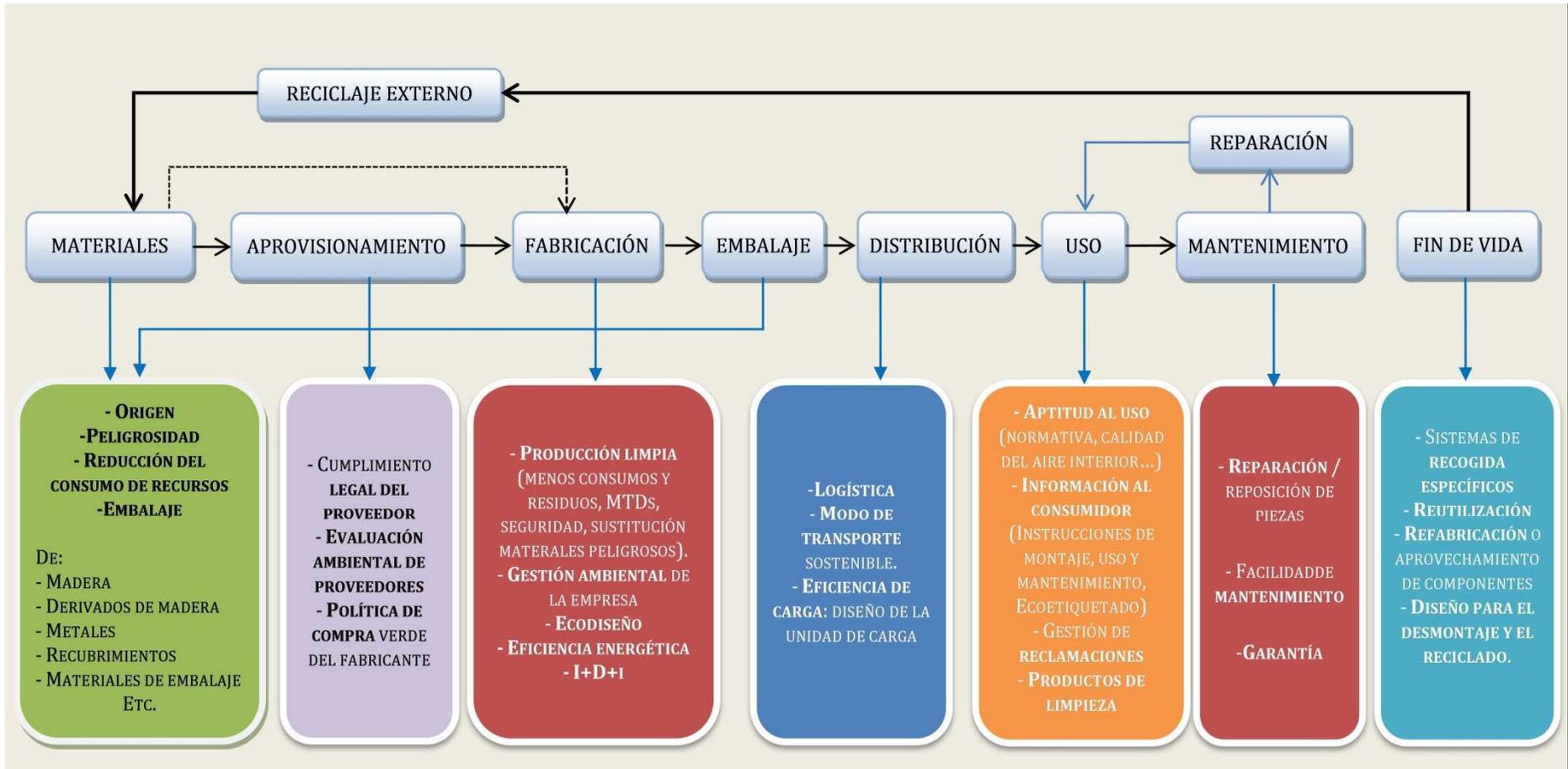


Figura 7. Selección de criterios medioambientales de evaluación

12. Análisis de ciclo de vida simplificado.

Resumen de las aplicaciones del ACV en el entorno del proceso de ecodiseño:

- Evaluación ambiental durante la fase de diseño de producto en detalle: en este caso, es importante que la herramienta aporte resultados ágilmente, que sean fácilmente comparables con otras alternativas de diseño por personal de la oficina técnica o diseñadores (no cualificado a nivel ambiental). Para ello, las metodologías más útiles son aquellas que pueden llegar a dar una puntuación de impacto total agregado (“de punto final”).
- Por otro lado, los resultados del análisis de ciclo vida del producto final se utilizan para realizar declaraciones ambientales de producto (DAP o EPD en sus siglas en inglés), en las que se incluye, entre otra información descriptiva del producto, del estudio realizado e información ambiental adicional, los indicadores de impacto ambiental resultantes del ACV, así como otros parámetros cuantitativos. Conforme a la normativa que regula la realización de análisis de ciclo de vida, para aquellos estudios con fines comparativos que se hagan públicos, no deben utilizarse resultados de impacto de punto final, ya que conllevan la ponderación subjetiva (aunque sea el resultado de un panel de expertos) de las diversas categorías de impacto ambiental. En estos casos debe utilizarse únicamente resultados científicamente objetivos, que son los resultados individuales de cada categoría de impacto (“de medio punto”).

La metodología ReCiPe es una alternativa derivada de la fusión de la metodología CML2000 de punto medio (probablemente la más utilizada en el ámbito científico) y de la metodología del Ecoindicador 99 (de punto final, utilizada por las empresas y diseñadores).

La herramienta de ACV simplificado deberá ayudar a la empresa a recopilar/estructurar la información del ciclo de vida del producto “construyendo” el producto a partir de las cantidades adecuadas de materiales y procesos unitarios para obtener los componentes que conforman el propio mueble y añadir luego su montaje y embalaje. Así mismo cabe la posibilidad de que la empresa no pueda definir algunos de los parámetros productivos (como el consumo energético) por cada operación o por cada producto específico, por lo que deberá existir la posibilidad de trabajar conjuntamente todo el proceso productivo de la empresa de forma conjunta, justificando la asignación de cargas utilizada para el cálculo por unidad de producto (unidad funcional del estudio).

Para obtener los indicadores de impacto correspondientes, la herramienta se alimentará de una base de datos donde cada material o proceso habrá sido introducido para una cantidad unitaria con sus correspondientes indicadores de impacto, obtenidos mediante el modelizado en herramientas de ACV profesionales (como SimaPro).

La herramienta de ACV simplificado basada en los inventarios desarrollados o adaptados por AIDIMA y AIMME específicamente para el sector del mueble de la Comunidad Valenciana, procesará las cantidades de materiales y procesos introducidas por la empresa y los indicadores de impacto unitarios, para obtener los resultados del ciclo de vida de cada producto.

13. Diseño informático de la herramienta soporte para la metodología

Se ha llevado a cabo una serie de actividades para definir los requisitos, la base de diseño y el modo de funcionamiento de la aplicación a desarrollar sobre la que se apoye la metodología y las funcionalidades a implementar en el proyecto, siguiendo la metodología incluida en la Ingeniería del software. Se han analizado los requisitos funcionales de la herramienta, así como su estructuración técnica en módulos, en función de los objetivos (de cara al usuario) que se desea conseguir en cada caso.

Tras analizar los requisitos obtenidos se determinó que la mejor opción para el desarrollo de la herramienta es utilizar tecnología en entorno web desarrollada mediante HTML5. La herramienta deberá ser responsive y cumplir con los requerimientos de accesibilidad. De modo resumido y esquemático, las conclusiones obtenidas de la recogida de requisitos son las siguientes. La herramienta debe ser:

- a. Para todo tipo de usuarios:
 - Que sea intuitiva, fácil de entender, tanto las operaciones como los datos que contiene la herramienta y que sea de aprendizaje rápido.
 - Fácil y rápida de usar, especialmente debe ser fácil y rápido la obtención de los resultados.
 - Debe ser adecuada para análisis rutinarios.
 - Las fuentes de información proporcionadas por la herramienta deben ser fiables.
 - Que haya información y ayuda disponible, especialmente cuando los resultados no son los esperados, para poder interpretarlos.
 - Facilidad de integrar diversas bases de datos.
- b. Para usuarios avanzados:
 - Posibilidad de modelar y simular el sistema con todos los detalles metodológicos posibles (parametrización, asignación de cargas, expansión del sistema, etc.)
 - Seguimiento de todas las interconexiones de los procesos y los flujos ocultos cuando se realizan sistemas complejos.
 - Representación gráfica del sistema de producto modelizado.
 - Desglose detallado de resultados de análisis, posibilidad de identificar puntos críticos y de conocer la contribución de un elemento al resultado final.
 - Rapidez, facilidad de uso.
 - Los datos relevantes del ACV deben estar disponibles en el software.
 - Interoperabilidad, facilidad de importación y exportación.

Para poder automatizar al máximo la evaluación de un diseño, se debe establecer una jerarquía de evaluación, que permita aprovechar los datos ya recopilados para una determinada materia prima que es empleada en múltiples productos, variando únicamente el peso en que participa en dichos diseños y con ello la puntuación global del producto. Cabe remarcar que esta estructura, en la que a partir de los materiales y procesos individuales la empresa simula el proceso productivo del mueble, considerando sus correspondientes cantidades para un diseño concreto, es muy similar a la utilizada en los software de análisis de ciclo de vida profesionales, como el SimaPro o el Gabi, por lo que se plantea su uso no sólo en la valoración de los aspectos ambientales sino también para los impactos.

Por lo tanto, esta parte de la herramienta consistirá en una serie de bases de datos interconectadas, que alimentarán un **módulo de cálculo** en el que la empresa configurará su producto y obtendrá una ficha de producto con:

- los resultados de la valoración de la estrategia ambiental de ecodiseño (con la posibilidad de ser comparativa con un producto de referencia u otros diseños), y
- un listado de aquellos requisitos ambientales que cumple el producto, con vinculación a las evidencias documentales asociadas.

Se presenta a continuación la posible estructura de esta parte de la herramienta de evaluación de aspectos e impactos ambientales de producto.

- **Tabla de valoración de aspectos ambientales**, donde se especificarán:
 - Los aspectos ambientales a considerar por la empresa, con vínculo al módulo teórico, donde se da información sobre dicho aspecto ambiental.
 - Para cada aspecto ambiental se fijarán las puntuaciones de evaluación que tienen las diversas opciones consideradas.
 - Se indicará el procedimiento de cálculo para la ponderación de cada aspecto ambiental cuando intervengan diversos materiales y/o componentes.
 - Se indicará la ponderación entre los aspectos ambientales de cada eje.
- **Base de datos de impactos de materiales y procesos unitarios** obtenida a partir de los inventarios de ciclo de vida adaptados por AIDIMA-AIMME y procesados con SimaPro con un método de evaluación de impacto (Recipe o CML2000).
- **Estructura de introducción de datos** mediante fichas, tanto de las materias primas como para el total del producto, para el cálculo de la evaluación de aspectos e impactos ambientales correspondientes.
- **Estructura de resultados.** La herramienta evaluará cada producto a partir de la información de aspectos e impactos acumulada y ponderada en base a su porcentaje en peso de los materiales, componentes y procesos introducidos mediante las fichas anteriores. Así mismo permitirá realizar evaluaciones comparativas entre ellos.

Se podrá seleccionar si se desea realizar la evaluación de aspectos o la de impactos o ambas. Permitirá exportar los resultados de dicha evaluación que consistirán en:

- **Aspectos ambientales:**
 - Tabla de composición del producto y sus pesos (procedente de las fichas de componentes y materias primas).
 - Listado del valor correspondiente de los aspectos ambientales evaluados, y agrupados por categorías (materiales de madera, metales, etc., producción, distribución, uso y fin de vida).
 - Diagrama de araña de un producto, a las fichas de datos y la tabla en la que la empresa ha introducido su sistema de ponderación de los aspectos ambientales. La herramienta permitirá obtener resultados comparativos con otro producto de referencia o alternativas de diseño.
- **Impactos ambientales:**
 - Tabla de indicadores de impacto y representación gráfica de los mismos (agrupados según anidación constructiva del producto y fases del ciclo de vida).