



## Módulo S14

# Tecnologías Ambientales

**Autores:** Moreno Avena, Ana; Niclós Ferragut, Joaquín; Giner Santonja, Germán;  
Meneses Ruiz, Úrsula

**Junio 2010**

## **Autores:**

Moreno Avena, Ana – GesMA - Gestión Medioambiental y Sostenibilidad

Giner Santonja, Germán – Centro de Tecnologías Limpias de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua y Urbanismo.

## **Contacto:**

### **Ana Moreno**

**GesMA** - Gestión Medioambiental y Sostenibilidad

Ronda de las Murallas 3,10 - 03700 Dénia (Alicante) España

Tel: 00 34 622603462

Austria: Körösisstrasse 61, F - 8010 Graz

Tel.: +43 (0) 316 25 88 88 Fax: -01

Mobil: 0650-2010333

ana.moreno@gesma.es

www.gesma.es

### **Germán Giner Santonja**

Centro de Tecnologías Limpias

Ronda Isaac Peral, 5 - 46980 Paterna (Valencia) España

Tel: +34 96 136 69 49

giner\_ger@gva.es

www.cma.gva.es/ctl

Publicación dentro del proyecto de Leonardo da Vinci Euro Crafts 21

Este proyecto está financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja las opiniones sólo de los autores, y la Comisión no se hace responsable por cualquier uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

El proyecto de Leonardo da Vinci 21 Euro Crafts se lleva a cabo bajo la administración de plenum - sociedad para el desarrollo holístico sostenible y la del Instituto Factor 10 Austria. El objetivo del proyecto es establecer un valor añadido significativo en la educación profesional en Austria y los países participantes socios (Finlandia, Alemania, Eslovaquia, España y Hungría). Esto se logrará mediante la transferencia de innovación de un proyecto piloto ya completado - con el objetivo del desarrollo y testeo de un concepto global de cualificación y consultoría para la gestión de la sostenibilidad en la rama de manufactura de Nordrhein-Westfalen (Alemania).

ww.eurocrafts21.eu

Valencia, junio 2010

## Socios del proyecto Euro Crafts 21:

Administración:	<p>Contratista: plenum-sociedad para el desarrollo holístico sostenible, Austria, <a href="http://www.plenum.at">www.plenum.at</a></p> <p>Coordinador: Instituto Factor 10 Austria, <a href="http://www.faktor10.at">www.faktor10.at</a></p>
Proyecto Manager:	<p>Contratista: Sylvia Brenzel, plenum Austria</p> <p>Coordinador: Christopher Manstein, Instituto Factor 10 Austria</p>
Proyecto Partners:	<p>Meisterstrasse Austria, en Viena, Austria: <a href="http://www.meisterstrasse.at">www.meisterstrasse.at</a></p> <p>Wuppertal Instituto für Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Alemania: <a href="http://www.wupperinst.org">www.wupperinst.org</a></p> <p>Trifolium – Beratungsgesellschaft mbH, Friedberg, Alemania: <a href="http://www.nachhaltigkeit.de">www.nachhaltigkeit.de</a></p> <p>Kuopio Academia de diseño, Savonia del University of Applied Sciences, Kuopio, Finlandia: <a href="http://www.designkuopio.fi">www.designkuopio.fi</a></p> <p>Cámara de comercio e industria Csongrád Condado, Szeged, Hungría: <a href="http://www.csmkik.hu">www.csmkik.hu</a></p> <p>Cámara de comercio e industria regional Eslovaca de Trencin, Trencin, Eslovaquia: <a href="http://www.sopk.sk">www.sopk.sk</a></p> <p>GesMA. – Gestión Medioambiental y Sostenibilidad, Valencia, España: <a href="http://www.gesma.es">www.gesma.es</a></p> <p>Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge - Generalitat Valenciana, Valencia, España: <a href="http://www.cma.gva.es/CTL">www.cma.gva.es/CTL</a></p>

## Tabla de contenido

1. Descripción del módulo .....	5
1.1. ¿Qué son las «tecnologías ambientales»? .....	5
1.2. Obstáculos a las tecnologías ambientales .....	5
2. Componente A: La Gestión Ambiental en las empresas .....	7
3. Componente B: Ecoinnovación y ecoeficiencia .....	10
3.1. Ecoinnovación y ecoeficiencia .....	10
3.2. Contexto político .....	12
3.3. Las tecnologías ambientales .....	14
4. Componente C: Tipología de Tecnologías Ambientales .....	16
5. Componente D: Gestión de tecnologías ambientales .....	19
5.1. Elección de TA .....	19
5.2. Metodologías de evaluación .....	20
5.3. Implementación y seguimiento .....	23
5.4. Fuentes de información .....	23
6. Bibliografía .....	25
7. Materiales .....	25

## 1. Descripción del módulo

Al igual que fomentar el crecimiento económico, es vital para la UE el fomentar un alto grado de protección del medio ambiente, por lo que resulta necesario desligar el crecimiento económico de las repercusiones negativas en el medio ambiente. Las tecnologías ambientales pueden ser útiles al contribuir a la innovación tecnológica y, además, poder aumentar la competitividad europea, abrir posibles mercados y, en definitiva, crear nuevos puestos de trabajo muy cualificados. Por ejemplo, el ahorro de energía en procesos industriales o la creación de nuevos automóviles «limpios» contribuirán a hacer frente al reto del cambio climático reduciendo al mismo tiempo los costes globales para los consumidores y la sociedad en general.

### 1.1. ¿Qué son las «tecnologías ambientales»?

La tecnología ambiental es la tecnología que al ser aplicada no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los sistemas naturales (ecosistemas).

Las Tecnologías Ambientales pueden definirse como «todas las tecnologías cuyo uso es ambientalmente menos perjudicial que las alternativas correspondientes». Se incluyen las tecnologías de gestión de la contaminación (por ejemplo, el control de contaminación atmosférica o la gestión de residuos), las relacionadas con productos y servicios menos contaminantes y menos exigentes en recursos (por ejemplo, las pilas de combustible) y procedimientos más eficaces de gestión de recursos (por ejemplo, suministro de agua, tecnologías de ahorro de energía). Otras técnicas sanas desde el punto de vista del medio ambiente son las tecnologías integradas en todos los sectores y las técnicas de rehabilitación de suelos. Así definidas, estas tecnologías abarcan todas las actividades económicas y sectores, donde rebajan los costes y aumentan la competitividad al reducir el consumo de energía y de recursos y dar lugar así a menos emisiones y residuos.

### 1.2. Obstáculos a las tecnologías ambientales

Diversos obstáculos frenan el desarrollo y el uso más generalizado de tecnologías ambientales, como por ejemplo:

- Obstáculos económicos, que van desde los precios de mercado que no reflejan los costes externos de los productos o de los servicios (tales como los costes sanitarios debidos a la contaminación atmosférica urbana) al coste más alto de las inversiones en

tecnologías ambientales a causa de la impresión de riesgo, a la magnitud de la inversión inicial o a la complejidad del paso de unas tecnologías tradicionales a otras ambientales.

- La regulación y las normas pueden también actuar como barreras a la innovación cuando son confusas o demasiado detalladas, mientras que una buena legislación puede estimular las tecnologías ambientales.
- Una investigación insuficiente, combinada con un funcionamiento incorrecto del sistema de investigación en países europeos y deficiencias de formación e información.
- Disponibilidad inadecuada de capital de riesgo para pasar de la fase de proyecto a la línea de producción.
- Falta de demanda de mercado por parte del sector público y de los consumidores.

En este módulo se introducirán las diferentes estrategias de aplicación de gestión de tecnologías ambientales, se explicarán los conceptos de ecoinnovación y ecoeficiencia, así como se describirán las tipologías de las tecnologías ambientales y sus diferentes métodos de evaluación.

El módulo consta de los siguientes cuatro componentes:

- Componente A: La Gestión Ambiental en las empresas,
- Componente B: Ecoinnovación y ecoeficiencia,
- Componente C: Tipología de Tecnologías Ambientales,
- Componente D: Gestión de Tecnologías Ambientales.

## 2. Componente A: La Gestión Ambiental en las empresas

*Palabras clave: estrategia correctiva y preventiva, legislación ambiental*

**Este componente contiene información sobre:**

- Factores de influencia de la empresa para la aplicación de una gestión sostenible
- Estrategias de aproximación a la gestión ambiental en la empresa

→ S14-A1 La Gestión Ambiental en las empresas (ppt)

La actividad de una empresa generalmente consiste en la recepción de materia prima, que se procesa con la ayuda de agua, energía y materiales auxiliares para obtener el producto o los productos finales. Durante este proceso se generan residuos, vertidos de aguas residuales y emisiones de gases a la atmósfera, así como la producción de ruido.

De modo que, en la gestión de una empresa influyen distintos factores, los que aportan valor a la empresa y hasta ahora más considerados son:

1. Activos de Capital
2. Capacidad Financiera
3. Marca e imagen

Siendo las partes interesadas:

- Inversores
- Clientes

Pero si sólo tenemos en cuenta estos factores, no podremos avanzar hacia una gestión sostenible, para ello es necesario ampliar los factores a tener en cuenta, considerando también los siguientes:

- Conocimiento, saber cómo
- Justicia, confianza
- Entorno, medio ambiente

De esta forma aumenta el número de partes interesadas a:

- Empleados
- Socios
- Sociedad, ciudadanía

La gestión de una empresa no es un elemento aislado, sino que engloba aspectos como compras, ventas, producto, clientes, sociedad, medio ambiente, etc., por lo que hay que tener en cuenta más factores que los meramente económicos.

Para implantar una gestión sostenible o ambiental en la empresa se pueden llevar a cabo dos ESTRATEGIAS:

1. Estrategia CORRECTIVA
2. Estrategia PREVENTIVA

→ Ejercicio S14-A2 Medidas correctivas y preventivas

La estrategia CORRECTIVA se caracteriza por los siguientes criterios:

- No importa lo que se consuma en la empresa, porque su coste frente al valor del producto es pequeño.
- No importa lo que la empresa contamine, porque los efectos se corrigen instalando una depuradora o gestionando adecuadamente los residuos.

La estrategia correctiva conlleva una serie de debilidades:

- Actividad independiente de la propia de la empresa
- Elevado consumo de recursos (energía, productos químicos,...)
- Coste económico cada vez más elevado (depuración de aguas residuales, gestión de residuos, cánones, tasas, estudios, seguros,...)
- Transferencia de contaminación de un medio a otro
- No se adapta a la nueva legislación

En cambio, si la empresa adopta la estrategia PREVENTIVA, dichas debilidades desaparecen, ya que los criterios a seguir son:

- Reducir en origen el consumo de recursos (agua, energía,...)
- Reducir en origen la contaminación (aguas residuales, residuos,...)
- Reducir los riesgos medioambientales

→ Ejercicio S14-A3 Pros y contras de las medidas estratégicas de gestión ambiental

Se debe usar como complemento la estrategia CORRECTIVA, pues hay efectos medioambientales que son inevitables o imposibles de suprimir por completo.

La necesidad de establecer una estrategia PREVENTIVA se ve reforzada por la legislación ambiental, cuyas tendencias a corto medio plazo son:

- Autorización Ambiental Integrada, Licencia Ambiental y Comunicación Ambiental (enfoque IPPC)



- Establecimiento de los Valores Límite de Emisión teniendo en cuenta las Mejores Técnicas Disponibles
- Registros públicos de emisiones a nivel europeo (PRTR)
- Calidad del aire
- Contaminación acústica
- Residuos
- Responsabilidad medioambiental
- Gases efecto invernadero
- Contaminación lumínica y por olores

Esta proliferación legislativa conlleva exigencias medioambientales crecientes con los consecuentes costes económicos. Lo cual exhorta a las empresas a tomar soluciones de prevención y control de la contaminación mediante la ECOINNOVACIÓN, para así garantizar el éxito y la competitividad de la empresa.

De modo que, en los siguientes componentes de éste módulo, se va a profundizar en las tecnologías ambientales, a las cuales podemos acceder a través de la ecoinnovación y ecoeficiencia.

### 3. Componente B: Ecoinnovación y ecoeficiencia

*Palabras clave: innovación, ecoinnovación, ecoeficiencia, tecnologías ambientales, mejores técnicas disponibles (MTD)*

**Este componente contiene información sobre:**

- En qué consiste la ecoinnovación y la ecoeficiencia
- El contexto político de la ecoinnovación y su tendencia futura

#### 3.1. Ecoinnovación y ecoeficiencia

→ S14-B1 Ecoinnovación y ecoeficiencia (ppt)

En este componente comenzaremos definiendo el concepto de **innovación**, según el manual de Oslo, (OCDE, 2005):

- ✓ INNOVACIÓN es la implementación/aplicación de un nuevo producto (bien o servicio), un proceso nuevo o con un alto grado de mejora, o un método de comercialización u organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, al lugar de trabajo o a las relaciones externas.
- ✓ Implica la adopción de novedad desarrollada por otras instituciones
- ✓ No requiere I+D (innovación vs. invención)

Se pueden distinguir distintos tipos de innovación, como son:

1. Innovación de proceso
2. Innovación de producto
3. Innovación de marketing
4. Innovación organizativa

Cualquiera de estos tipos de innovación implica una innovación tecnológica que mejora el rendimiento del producto. La innovación en las empresas se ve favorecida por los siguientes factores:

- Base de conocimiento de la empresa
- Cualificación del personal empleado
- Uso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones)
- Proximidad de la empresa a instituciones de investigación
- El grado de innovación de la propia empresa

→ Ejercicio S14-B2: Visión futura de la empresa

Una vez definida la innovación, procedemos a identificar el concepto de ecoinnovación, según el proyecto Measuring Eco-innovation (2007):

*La ECOINNOVACIÓN es la producción, aplicación o explotación de un bien, servicio, proceso productivo, estructura organizativa o sistema de gestión que es nuevo para la empresa, cuyo resultado es, durante su ciclo de vida, reducir la contaminación, los riesgos medioambientales y otros impactos negativos asociados al uso de recursos, incluido el uso energético, en comparación con las alternativas más relevantes.*

A diferencia con la innovación, la mejora de la ecoinnovación va destinada o enfocada a disminuir los impactos ambientales negativos ocasionados en el entorno.

Podemos identificar distintos tipos de ecoinnovación:

1. Tecnologías ambientales
2. Ecoinnovación organizativa (SGMA, cooperación entre cadena de empresas)
3. Ecoinnovación de productos y servicios (productos ecológicos, gestión de residuos, gestión de aguas residuales, transporte colectivo, ...)
4. Ecoinnovación de sistemas (agricultura ecológica)

Cualquiera de estos tipos de ecoinnovación aporta una serie de beneficios para la empresa, como son:

- Ahorro de costes económicos
- Mejora de la imagen empresarial
- Mejora de las relaciones con proveedores, clientes y autoridades
- Mejora de la capacidad innovadora (contacto con entidades innovadoras)
- Mejora de la seguridad y la salud
- Mejora de la satisfacción de los trabajadores

A continuación, se muestra una tabla con los factores favorables y desfavorables que nos podemos encontrar durante la adopción de la ecoinnovación:

FACTORES FAVORABLES	FACTORES DESFAVORABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislación apropiada y subvenciones/deducciones sobre innovación</li> <li>• Reducción de costes económicos</li> <li>• Mejora de la imagen empresarial</li> <li>• Demanda del mercado</li> <li>• Respuesta a innovación de la competencia</li> <li>• Conseguir una acreditación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislación inapropiada</li> <li>• Investigación insuficiente</li> <li>• Falta de demanda de mercado</li> <li>• No disponibilidad de tecnología</li> <li>• Procesos inflexibles</li> <li>• Incertidumbre ante el cambio</li> <li>• Falta de personal técnico</li> <li>• Tamaño pequeño de empresa (tecnologías de reutilización)</li> </ul>

**Tabla 1: Factores favorables y desfavorables vinculados a la ecoinnovación.**

### → Ejercicio S14- B3 Mindmap tendencias de la Ecoinnovación

Una vez definidas tanto la innovación como la ecoinnovación, se puede definir la ecoeficiencia como:

- ✓ MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD de un producto o servicio
- ✓ Medida estadística del comportamiento económico y ambiental durante un periodo de tiempo (productividad medioambiental)

La diferencia entre ecoinnovación y ecoeficiencia se basa en que la ecoeficiencia mide la sostenibilidad de la innovación que implica una mejora ambiental, es decir, mide la sostenibilidad de la ecoinnovación.

Los indicadores de ecoinnovación y ecoeficiencia son útiles para:

- Ayuda a la toma de decisiones políticas
- Información a los ciudadanos
- Comparación objetiva de sostenibilidad entre empresas, clusters, regiones, países

Estos indicadores son complejos de obtener, por lo que son objeto de desarrollo mediante proyectos europeos (proyectos ECO-DRIVE y MEI).

### 3.2. Contexto político

Para favorecer el fomento de la innovación, la UE está llevando a cabo POLÍTICAS DE APOYO a ésta, como son:

- Programa Marco de Competitividad e Innovación (2007-2013, 1bn€)
- PRO INNO Europe: análisis de las políticas de innovación en la UE
- Servicio de asistencia a los Derechos de Propiedad Intelectual (Helpdesk IPR)
- Europe INNOVA: plataforma de innovación para PYME. 3 áreas: cooperación de clusters, servicios del conocimiento, ecoinnovación.
- Enterprise Europe Network: canal de difusión

Además de dichas políticas europeas de apoyo a la innovación, también existen otras de apoyo a la ecoinnovación:

1. Europe INNOVA:
  - 1.1. Observatorio de la ecoinnovación
  - 1.2. Biblioteca sobre ecoinnovación

- 1.3. Plataforma de ecoinnovación (BIOCHEM, ECOLINK+, INNOWATER, REMake)
2. VII Programa Marco de Investigación y Desarrollo (2007-2013)
  - 2.1. Línea medioambiente: 1.890 M€ (sublínea para TA)
3. Libro verde de la Ecoinnovación (finales de 2010)

Otra actuación que se está desarrollando dentro de la UE, es el programa ETAP (Environmental Technologies Action Plan) que se describe a continuación:

- ✓ **Objetivo:** Fomento de las TA (tecnologías ambientales) para la mejora de la competitividad empresarial
- ✓ **Medidas del plan:**
  - De la investigación al mercado: programas europeos, plataformas tecnológicas europeas, verificación TA,
  - Mejorar condiciones de mercado: instrumentos financieros TA, incentivos fiscales, apoyo a renovables e industrias ecológicas, concienciar consumidores, formación especializada, compra pública verde,...
  - Actuación mundial: fomento de TA en países en desarrollo (UNEP, OCDE)
- ✓ **Foros europeos** sobre ecoinnovación
- ✓ **Informes implementación ETAP:**
  - Primer informe: enero 2005
  - Segundo informe: mayo 2007
- ✓ **Planes nacionales** de implementación de ETAP

Como planes a nivel español, cabe destacar la plataforma PLANETA cuya finalidad es definir la Agenda Estratégica I+D+i en el marco de las Tecnologías Ambientales. Sus objetivos se basan en:

- Integración de las plataformas tecnológicas españolas
- Apoyo a las administraciones para los planes y programas sobre TA
- Iniciativas para cualificación profesional sobre TA

Siguiendo las siguientes líneas estratégicas:

- Calidad del aire y cambio climático
- Ciclo integral del agua
- Gestión de residuos, suelos, sedimentos y otros materiales
- Consumo sostenible
- Ecoinnovación y evaluación de la sostenibilidad de las TA

### 3.3. Las tecnologías ambientales

Cuando hablamos de TA, nos referimos a todas las tecnologías cuya utilización es menos perjudicial para el medio ambiente que las correspondientes alternativas y cuyos objetivos son:

- Reducir las emisiones y/o descargas de contaminantes.
- Reducir el consumo de materias primas, energía y agua, sin provocar el incremento de otros contaminantes.
- Reducir la generación de residuos.
- Aumentar la recuperación/reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos, cuando proceda.
- Utilizar sustancias menos peligrosas.

En España, para ayudar a las empresas a implantar estas TA, se da la posibilidad de reducir un porcentaje del impuesto sobre sociedades de las inversiones realizadas por las empresas que evitan o reducen:

- Contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales
- Carga contaminante aguas superficiales, subterráneas y marinas
- Reducción, recuperación o tratamiento correctos residuos industriales

Una vez hemos definido lo que son las TA, nos podemos preguntar las diferencias que existen entre éstas y las MTD (Mejores Técnicas Disponibles). Las diferencias se basan en que las MTD son fijadas con criterios de la Directiva IPPC (Ley 16/2002), definidas por consenso entre los países miembros para cada sector y se emplean como referencia para fijar valores límite de emisión.

En la figura 1, se muestran las ventajas que ofrece la implantación de las TA en una organización:

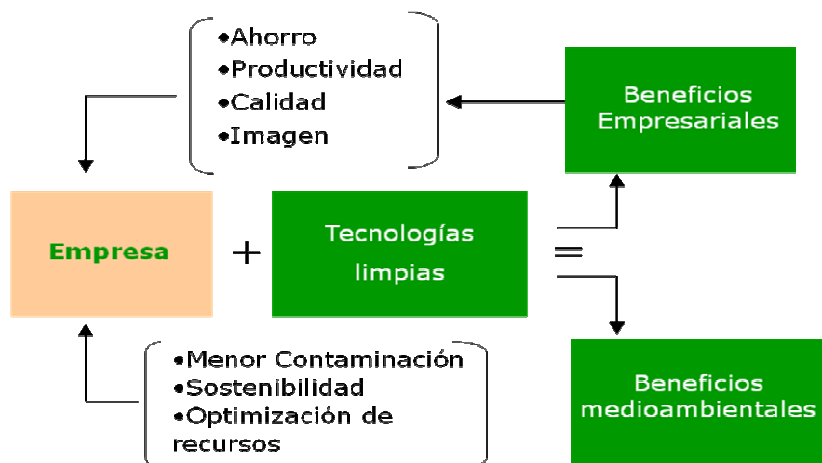


Figura 1: Beneficios de las TA



## 4. Componente C: Tipología de Tecnologías Ambientales

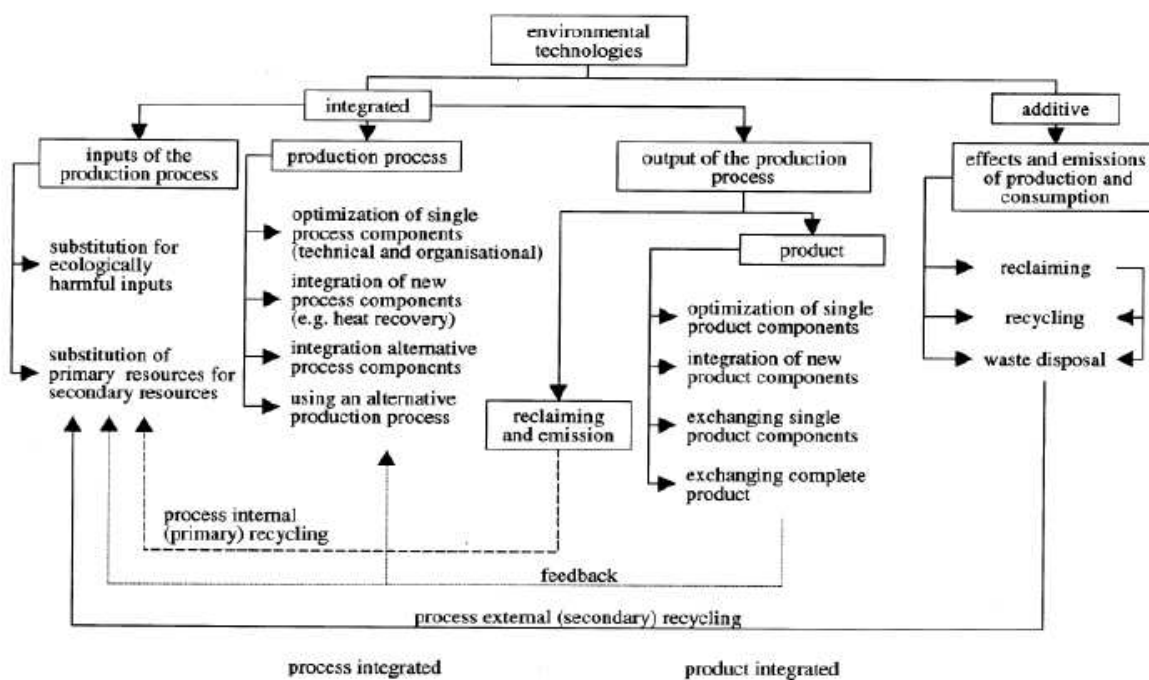
*Palabras clave: tecnologías de proceso, tecnologías limpias, tecnologías de final de línea*

**Este componente contiene información sobre:**

- El uso de las tecnologías ambientales como forma de ecoinnovación
- La tipología existente de tecnologías ambientales y sus beneficios para la gestión empresarial

→ S14-C1 Tipología de Tecnologías Ambientales (ppt)

Las TA, dentro del proceso productivo de nuestra empresa, podemos implantarlas integradas en dicho proceso productivo o al final de la línea de producción, como viene reflejado en la figura 2.



**Figura 2: Tipologías de las TA (Hoymeyer y Koschel, 1995)**

Las TA implantadas al final de la línea de producción permiten una corrección de la contaminación, ya sea a través del tratamiento de aguas residuales, aire, ruido o residuos. Sin embargo, si la empresa implanta las TA integradas en el proceso productivo, se realiza una prevención de la contaminación en origen, minimizando el consumo de recursos y dando lugar a una producción más limpia, con una recirculación/sustitución de materiales. Las TA de proceso aporta mayores ventajas económicas y ambientales en comparación con las TA fin de línea, por ello los SGMA (EMAS, ISO 14001) fomentan el uso de las TA de



proceso. Sin embargo, aunque éstas resulten más beneficiosas, existen los siguientes obstáculos a su uso:

- Legislación que fomenta el uso de TA fin de línea
- Dificultad de implantación
- Dificultad de evaluación de la mejora ambiental
- Falta de iniciativa por parte de la empresa

A pesar de dichos obstáculos y gracias al fomento de la ecoinnovación, se está produciendo un cambio de tendencia en la UE, donde predominan las TA de proceso con un 66% frente al 33% de las TA de fin de línea, según datos de la Comisión Europea.

### → Ejercicio S14-C2 Diagrama de flujo

A continuación se muestran en la tabla 2 algunos ejemplos de TA:

EJEMPLOS TA EN ATMÓSFERA
Filtros modulares y/o de mangas
Electrofiltro por vía seca
Electrofiltro por vía húmeda
Instalación de rociado para minimizar emisiones de polvo
Quemador de bajas emisiones de Nox
Reducción selectiva no catalítica de emisiones de Nox
Oxidación catalítica
Unidad de tratamiento de emisiones de COV por oxidación térmica y recuperación de calor
Silenciador absorbente para ruidos, aislamientos acústicos, etc.

EJEMPLOS TA EN AGUAS
Sistemas de pretratamiento
Tratamientos primarios
Tratamientos secundarios
Ultrafiltración
Ósmosis inversa
Recirculación de aguas

EJEMPLOS TA EN RESIDUOS
Compactador, triturador, etc.
Almacén de residuos
Reducción de envases
Reducción de residuos: sistemas de transporte, centros de control numérico, acondicionamiento de almacén de materias primas, ...
EJEMPLOS TA EN ENERGÍA
Diseño de aparatos eléctricos y electrónicos
Gasificación
Combustión biomasa
Digestión anaerobia
Generación eléctrica
Agua caliente sanitaria
LED

**Tabla 2: Ejemplos Tecnologías Ambientales**

→ Ejercicio S14-C3 Diagrama Sankey

## 5. Componente D: Gestión de tecnologías ambientales

*Palabras clave: metodologías de evaluación, análisis ciclo de vida, técnicas de decisión multicriterio*

**Este componente contiene información sobre:**

- Cómo puede ser evaluada una tecnología ambiental
- Dónde encontrar información sobre las tecnologías ambientales existentes.

→ S14-D1 Gestión de Tecnologías Ambientales (ppt)

### 5.1. Elección de TA

La elección de una TA es una decisión muy importante, ya que:

- No ha de suponer unos costes excesivos (viabilidad económica, BATNEEC)
- Una TA inadecuada puede afectar la productividad de la empresa
- Influye sobre la competitividad global de la empresa

Esta elección se ve dificultada por la amplia gama de tecnologías disponibles, porque se requieren conocimientos avanzados y por la gran cantidad de datos a analizar:

- Consumos
- Emisiones: aire, agua, residuos
- Riesgo ambiental
- Costes económicos

A ello se añade la poca disponibilidad de información de caracterización de las TA y de la necesidad de elección de una metodología de evaluación con sus diversas ventajas/inconvenientes.

A continuación se expone un diagrama de flujo relativo a una TA (enjuague en cascada) del sector metal-mecánico. La cantidad inputs/outputs refleja la dificultad que conlleva la caracterización de las TA.

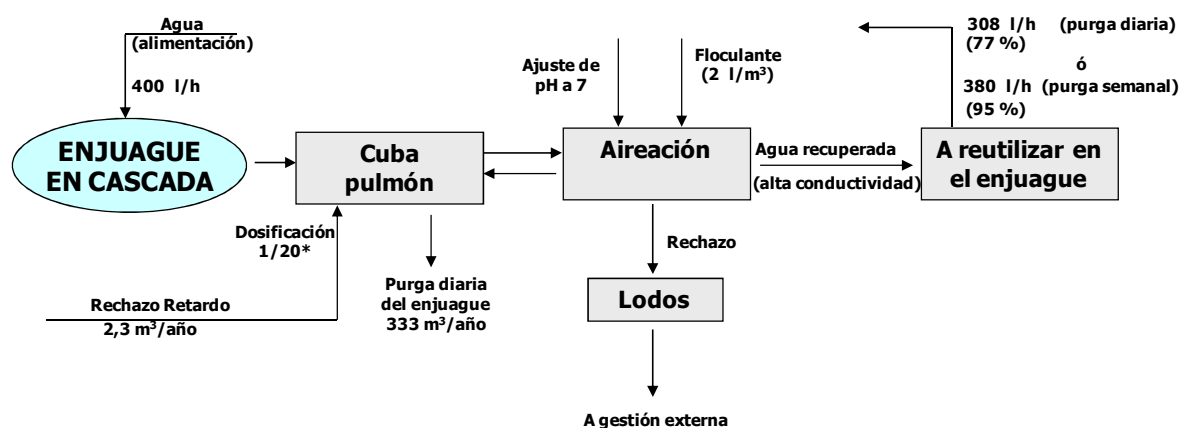


Figura 3: Diagrama de flujo de una TA

## 5.2. Metodologías de evaluación

Para la evaluación de las TA adecuadas en función de la actividad desarrollada por una organización determinada, se pueden emplear distintas metodologías:

1. Análisis de Ciclo de Vida (información no disponible)
2. Técnicas de decisión multicriterio:
  - a. TDM simples: jerarquía simple, valor técnico, lógica simbólica
  - b. TDM complejas: AHP, ANP, ELECTRE, TOPSIS, PRES, evaluación del coste de oportunidad

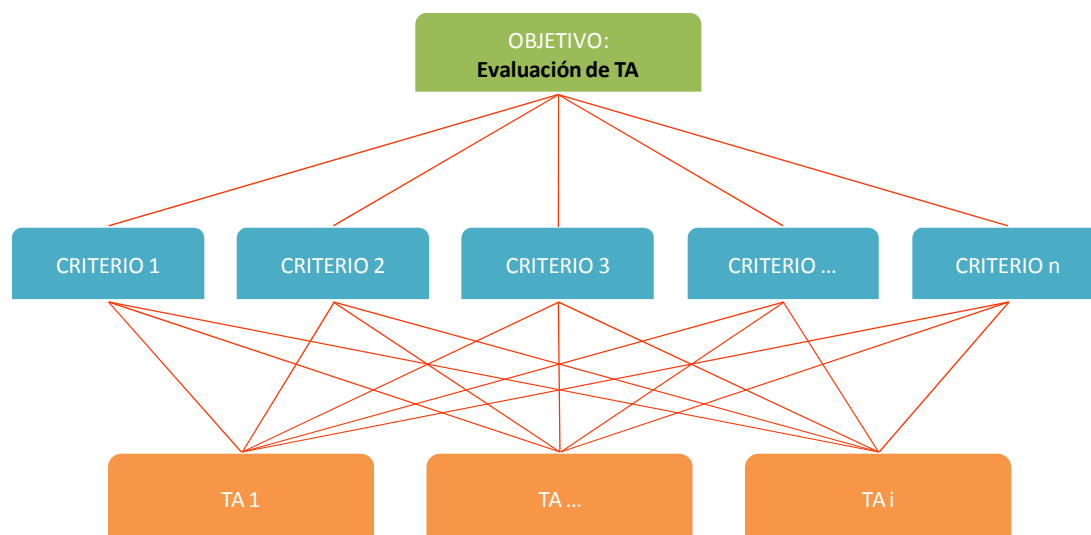
Dentro de las metodologías de evaluación de las TA a seleccionar, son destacables las técnicas de decisión multicriterio (TDM) complejas, y en concreto el método AHP (Analytic Hierarchy Process), ya que es útil en cuanto factores económicos, entre otros, es validada con numerosos ejemplos publicados, es una herramienta intuitiva. AHP se basa en comparaciones de parejas de elementos y, además, permite integrar la opinión de un equipo multidisciplinar, lo que favorece la obtención de resultados rápidos y objetivos.

Para emplear esta metodología podemos apoyarnos en el Software *Superdecisions*.

El procedimiento para AHP es el siguiente:

1. Se determina el objetivo a seguir.
2. Se definen los criterios de evaluación, como por ejemplo, costes de inversión, costes de mantenimiento, efectos sobre las aguas, sobre la atmósfera, sobre la salud pública, competitividad de la empresa, dificultad de manejo, eficiencia energética, consumo de recursos, ...
3. Se tienen en cuenta las TA disponibles para el objetivo que se pretende alcanzar.

Una vez determinados los criterios de evaluación y las posibles TA, se relacionan todos los criterios con todas las TA asignando un valor a cada relación empleando la escala AHP para comparación de pares.



Escala AHP para comparación de pares

1	Igual importancia
3	Importancia moderada de uno sobre el otro
5	Fuerte o demostrada importancia
7	Muy fuerte o demostrada importancia
9	Extrema importancia
2, 4, 6, 8	Valores intermedios

Figura 4: Diagrama y tabla de escala AHP para comparación de pares.

→ Ejercicio S14-D2 constituye un ejemplo de **evaluación de TA** mediante estas **metodologías multicriterio**.

En dicho ejemplo se compararán 2 tecnologías ambientales mediante la metodología AHP, rellenando las tablas adjuntas, y utilizando la escala de valores AHP.

→ Ejercicio S14-D3 Hoja excel para calculo de prioridades con AHP

Para ello se han de elaborar:

- 1) Matriz de criterios de evaluación: se compararán los criterios por parejas.
- 2) Matrices de prioridades: se compararán ambas TA según cada criterio.
- 3) Matriz final: se promedian geoméricamente los juicios individuales y se rellenará la hoja Excel. Obteniéndose la TA mejor valorada, por lo tanto, la más adecuada y a seleccionar.

Matriz Criterios de evaluación				
	CE	EW	EA	RE
Costes económicos	1			
Efectos agua		1		
Efectos aire			1	
Residuos				1
Costes económicos	TA 1	TA 2		
TA 1	1			
TA 2		1		
Efectos agua	TA 1	TA 2		
TA 1	1			
TA 2		1		
Efectos aire	TA 1	TA 2		
TA 1	1			
TA 2		1		
Residuos	TA 1	TA 2		
TA 1	1			
TA 2		1		

**Figura 5: Matriz de criterios de evaluación.**

### 5.3. Implementación y seguimiento

La implantación de una TA en una empresa conlleva una serie de acciones o fases, que tomadas de forma continua permite comprobar su grado de mejora ambiental. Tras la planificación de la implantación, es conveniente efectuar una auditoría inicial. En este sentido, la metodología Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización (DAOM), desarrollada por el Mº de Medio Ambiente y el Departamento de Medio Ambiente de Cataluña, es una herramienta que permite a las empresas evaluar su estado ambiental y centrarse en determinados aspectos ambientales. Tras la auditoría, se trata de evaluar las propuestas de TA, implantarla y efectuar un seguimiento que permita comprobar la consecución de los objetivos establecidos en fases anteriores.



Figura 6: Metodología Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización (DAOM).

### 5.4. Fuentes de información

Las fuentes de información útiles para la identificación de las posibles TA son:

1. Documentos de referencia BREF sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), los cuales no son de obligado cumplimiento para las empresas IPPC, están elaborados por el IPPC Bureau y pueden consultarse en <http://eippcb.jrc.es/reference/>. Existen BREF publicados en relación a muchos sectores industriales: Combustión, Cemento y cal, Amoníaco, ácidos y fertilizantes, Hierro y acero, Química orgánica, Cerámica, Metalurgia férrea, Refinerías crudo y gas,...

2. Las Guías nacionales de MTD, desarrolladas por el Ministerio de Medio Ambiente, están disponibles en [www.prtr-es.es](http://www.prtr-es.es). En esta web pueden encontrarse las 18 guías publicadas y otras 26 guías tecnológicas de caracterización ambiental de otros sectores industriales de relevancia en España.
3. En algunas autonomías como la Comunidad Valenciana, se están publicando guías regionales de MTD, que reflejan más fielmente la caracterización ambiental de sus empresas y su entorno.
4. Asimismo, existen numerosos estudios sobre TA, como los que publica el Centro de Tecnologías Limpias de la Comunitat Valenciana, o el Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia.

Otras fuentes de abundante información sobre TA son las plataformas tecnológicas desarrolladas:

1. Plataformas tecnológicas españolas. Tratan sobre temas específicos como el acero, construcción, forestal, marítima, redes eléctricas, fotovoltaica, CO<sub>2</sub>, riego, automoción, ...
2. Plataformas tecnológicas europeas. Constituidas por las plataformas nacionales homólogas, tratan temas como componentes fotónico, robótica, alimentación, salud animal, textil, agua potable, ...

El listado de las plataformas tecnológicas existentes puede consultarse en: <http://www.madrimasd.org/empresas/Plataformas-Tecnologicas/Europeas/default.asp>

Por último, la actividad de distintos centros de innovación facilita el desarrollo de nuevas TA, como son:

1. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), el cual proporciona apoyo a las empresas para impulsar la I+D+i en España, facilita el contacto con entidades de innovación, ofrece apoyo para la presentación de proyectos europeos, así como un asesoramiento personalizado sobre financiación de I+D+i.
2. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), el cual posee un elevado número de publicaciones, estudios, actividades de formación y ha desarrollado la metodología DAOM – Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización.
3. International Environmental Technology Centre (IETC-UNEP)



## 6. Bibliografía

**CENTRO DE INICIATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA, DAOM:** *diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización*, Generalitat de Catalunya, 2000.

**CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,** *Council conclusions. Towards sustainability: eco-efficient economy in the context of the post 2010 Lisbon Agenda and the EU Sustainable Development Strategy*, 2968th ENVIRONMENT Council meeting, octubre 2009.

**DG RESEARCH, ENVIRONMENT DIRECTORATE,** Workshop: Strengthening the role of R&D in boosting eco-innovation and eco-efficiency, Bruselas, 13 marzo 2009.

**KEMP, R. y FOXON, T.,** *Eco-innovation from an innovation dynamics perspective*, Proyecto Measuring Eco-innovation (MEI), 2007.

**KEMP, R. y FOXON, T.,** *Typology of eco-innovation*, Proyecto Measuring Eco-innovation (MEI), 2007.

**SANCHEZ, M.P. y CASTRILLO, R.,** *La tercera edición del manual de Oslo: cambios e implicaciones*, Revista I+D nº 35, marzo-abril 2006.

**ZERO PLUS,** *Modelo de gestión integrada de residuos líquidos en la industria de tratamiento de superficies a través de las MTD*, Life 05 ENV/E/256, 2005.

## 7. Materiales

### S14 TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

#### **Componente A: Gestión Ambiental en empresas**

S14-A1 Gestión Ambiental en empresas (ppt)

S14-A2 Medidas correctivas y preventivas

S14-A3 Pros y contras de las medidas estratégicas de gestión ambiental

#### **Componente B: Ecoinnovación y ecoeficiencia**

S14-B1 Ecoinnovación y ecoeficiencia (ppt)

S14-B2 Visión futura de la empresa

S14-B3 Mindmap sobre tendencias de la ecoinnovacion

#### **Componente C: Tipología de la TA**

S14-C1 Tipología de la TA (ppt)

S14-C2 Diagrama de flujo

S14-C3 Diagrama Sankey

#### **Componente D: Gestión de TA**

S14-D1 Gestión de TA (ppt)

S14-D2 AHP (Analytic Hierarchy Process)

S14-D3 Hoja excel para cálculo de prioridades con AHP