



# Producción más Limpia





# Producción más Limpia

## *Un paquete de recursos de capacitación*

*Primera edición en español - febrero de 1999*



**PNUMA**

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE  
INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE**

29-42 QUAI ANDRÉ CITROËN, 75739 PARIS CEDEX 15, FRANCIA

TEL: (33) 01 44 57 14 50

FAX: (33) 01 44 57 14 74

C.E.: [unepia@unep.fr](mailto:unepia@unep.fr)

<http://www.unepia.org/fr/iana.html>





# Producción más limpia

## *Un paquete de recursos de capacitación*

Este paquete es parte de una serie que brinda material de apoyo práctico a los profesores e instructores que deseen comenzar o enriquecer su currículum con propuestas actualizadas en la gestión ambiental.

Está basado en una amplia experiencia en talleres de capacitación dirigidos por el PNUMA y otras agencias, y ahora está disponible para un uso más amplio en todas las regiones del mundo.

## Agradecimientos

La primera versión de este paquete de recursos de capacitación fue preparada en 1994 por F. Balkau y J.W. Sheijgrond para el PNUMA/IMA. Dicho trabajo fue puesto a prueba, posteriormente, en talleres y cursos efectuados en diversos lugares para el efecto, de ello es resultado el presente documento.

El PNUMA agradece a todas las personas y organizaciones que aportaron ideas y materiales, y también a quienes efectuaron el análisis y llevaron a cabo las sucesivas redacciones. Un agradecimiento especial para Chizuru Aoki, Garrette Clark, John Kryger y Sybren de Hoo, del Programa de *Producción más Limpia* del PNUMA, así como para Colin Sutherland, Bob Boland, Deborah Hanlon y Don Huising.

Título del original en inglés:

*Cleaner Production - A Training Resource Package*

**ISBN de la versión en inglés:** 92-807-1605-0 - © PNUMA/IMA 1996

*Traducción al castellano:* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

El PNUMA agradece a la Srita. Carolina Romero por la traducción de este documento.

Primera edición en castellano: febrero de 1999, México

Derechos Reservados para todas las ediciones en español

© PNUMA/ORPALC

Boulevard de los Virreyes 155, Lomas de Virreyes

Ciudad de México, MÉXICO

Tel.: (52) 5202-4841 y 5202-6394

Todos los Derechos Reservados. Ninguna parte de esta publicación se podrá reproducir, almacenar en cualquier sistema de recuperación o transmitir de forma alguna, ya sea electrónica, electrostática, con cinta magnética, por fotocopiado, grabación, o por algún otro medio sin el permiso escrito del poseedor de los Derechos de Autor.

Impreso en Editorial y Litografía Regina de los Ángeles, S.A.

Av. Antonio Rodríguez No. 101-L, San Simón Ticumac, 03660 México, D.f.

Impreso en México

*Printed in Mexico*

Los términos empleados y la presentación del material de esta publicación no expresan ninguna opinión de cualquier clase por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente concerniente a la situación legal de cualquier país, territorio, ciudad o área, o sobre sus autoridades, o concerniente a la delimitación de sus límites. Asimismo, los puntos de vista expresados no necesariamente representan decisiones o políticas establecidas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y el hecho de mencionar nombres o procesos comerciales no implica en modo alguno su patrocinio.

Publicación de las Naciones Unidas

**ISBN de la versión en castellano:** 92-807-1771-5 © PNUMA/IMA 1999



# Índice

## *Producción más limpia*

Forma de evaluación .....	I
Guía del usuario.....	iii
Abreviaturas y glosario .....	v
<b>Parte I Introducción</b>	
1.1 Este paquete.....	I:4
1.2 Contenido del paquete.....	I:4
<b>Parte II Organización de actividades de capacitación efectivas</b>	
2.1 Introducción .....	II:3
2.2 Notas sobre la organización de talleres interactivos.....	II:4
2.3 Algunas ideas para una comunicación más efectiva.....	II:5
2.4 Algunas sugerencias personales para una capacitación efectiva.....	II:6
2.5 Guía para los instructores .....	II:7
2.6 Sugerencias para el autoaprendizaje .....	II:9
<b>Parte III Material técnico de apoyo</b>	
3.1 Introducción .....	III:3
3.2 Puntos clave de aprendizaje .....	III:4
3.3 Artículo de apoyo sobre <i>Producción más Limpia</i> .....	III:5
3.4 Compendio sobre herramientas de <i>Producción más Limpia</i> : evaluaciones y auditorías.....	III:16
3.5 Diapositivas .....	III:21
<b>Parte IV Cursos de capacitación, fuentes de información y material de apoyo</b>	
4.1 Introducción .....	IV:3
4.2 Directorios para educación en <i>producción más limpia</i> y gestión ambiental.....	IV:4
4.3 Material de apoyo sobre <i>producción más limpia</i> .....	IV:6
4.4 Cursos e institutos de capacitación en <i>producción más limpia</i> .....	IV:13
4.5 Ejemplos de cursos de capacitación existentes sobre <i>producción más limpia</i> .....	IV:15
4.6 Material de apoyo para la capacitación.....	IV:19
4.7 Centros de <i>Producción más limpia</i> .....	IV:21
<b>Parte V Material de capacitación</b>	
5.1 Introducción .....	V:3
5.2 Ejercicios preliminares.....	V:4
5.3 Ejercicios de trabajo.....	V:12
5.4 Ejercicios de trabajo adicionales .....	V:26
5.5 Respuestas a los ejercicios de trabajo.....	V:33
<b>Apéndices</b>	
I Documentos de apoyo para este paquete.....	3
II Lista de paquetes de recursos de capacitación disponibles en PNUMA/IMA.....	5
III Información sobre la unidad de industria y medio ambiente del PNUMA.....	7



# Forma de evaluación

## *Producción más limpia*

Como parte de la continua revisión de este paquete de capacitación, agradeceríamos su cooperación al responder a las siguientes preguntas. Por favor envíe esta forma a:

**PNUMA/IMA, Tour Mirabeau, 39-43 quai André Citroën, 75739 Paris Cedex 15, Francia**  
*Fax 33 (1) 44 37 14 74.*

**PNUMA/ORPALC, Boulevard de los Virreyes 155, Lomas de Virreyes,**  
**CP 11000 México, D.F., México** *Fax (52) 5202-0950*

- 1 ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el paquete de capacitación? ¿Cómo se puede mejorar su legibilidad, contenido, uso práctico, etcétera?

- 2 ¿De qué forma le fue útil este paquete en la preparación de su propia actividad de capacitación?

- 3 ¿La información de apoyo y el paquete de diapositivas en las partes 3 y 4 le proporcionó suficiente información?, ¿Qué faltó?

*continúa ...*

4 ¿Qué fuente de información le fue útil? ¿Qué se debería de incluir?

5 ¿Cuáles son sus experiencias con los ejercicios de la parte 5? ¿Qué funcionó y qué no funcionó?

6 ¿Tiene usted material de capacitación que se pudiera incluir en este libro de trabajo?

7 ¿Qué temas adicionales relacionados con *producción más limpia* le gustaría que se incluyeran en la versión final de este libro de trabajo?

*Gracias por darse tiempo para completar esta forma de evaluación. Por favor, una vez llenada, envíela a PNUMA/IMA, Tour Mirabeau, 39-43 quai André Citroën, 75739 París Cedex 15, Francia.*

# Guía del usuario

**E**ste es un paquete de apoyo para instructores, no es un libro de referencia. Aquí no se presenta un panorama sistemático ni amplio (pues no hay espacio suficiente para hacerlo), sino que se enfoca en algunos aspectos específicos que son esenciales para el tema. La estructura del documento permite que secciones posteriores se desarrollen e incluyan fácilmente como módulos adicionales.

Este paquete se realizó para proveer a los instructores con material e ideas de apoyo, en lugar de ser un libro para estudiantes. El alumno promedio verá únicamente algunas páginas o ejercicios que se hayan copiado de este documento.

Uno de los objetivos de este paquete es mostrar varios estudios de caso, situaciones y escenarios que se puedan utilizar como base de una capacitación interactiva y una toma de decisiones simulada. Sin embargo, los ejercicios sólo exploran una pequeña porción del potencial de los estudios de caso y se estimula, en gran parte, a los instructores a que desarrollen nuevos ejercicios o actividades.

Este paquete está orientado hacia el desarrollo de una intuición y habilidades para la toma de decisiones. Los instructores deben consultar la bibliografía, para enseñar las bases teóricas del conocimiento sobre el tema.

Los ejercicios de trabajo se basan, principalmente, en la labor interactiva del grupo y en su enfoque colectivo para

solucionar problemas. Es necesario que un tutor reconocido como experto en el campo guíe dicho trabajo. Este método permite que se explore toda la complejidad de una toma de decisiones real.

Los ejercicios están más orientados a dilucidar propuestas útiles o decisiones de gestión, que en el simple hecho de encontrar la respuesta "correcta" a los casos en los que se requieran cálculos. Es necesario que los instructores no vean este paquete solamente como un conjunto de ejercicios aritméticos.

Las soluciones se indican en algunos casos. La respuesta correcta depende del contexto de la pregunta. Es aquí en donde es necesaria la presencia de un tutor, un experto o la utilización de recursos externos. Esta situación es muy molesta para muchos instructores. Deben recordar que la verdadera toma de decisiones depende de la amplia gama de circunstancias que rodea al problema, y que la respuesta numérica, la cual no es aceptada tanto social como políticamente, o con la que no se puede trabajar administrativamente (aunque ésta sea exacta), de hecho no es "correcta".

La simulación de situaciones de la vida real y la toma de decisiones, que son la base del presente paquete, hacen que éste sea apropiado para los estudiantes que cursan el último año de universidad y, sobre todo, para los cursos de capacitación profesional (o recapacitación).

Se utilizaron varios *libros de trabajo* de sectores específicos para complementar este paquete con el fin de que el material de capacitación cubra cierto número de situaciones industriales. En él se incluyen los ejercicios de cálculo más comunes, la simulación de evaluaciones diagnósticas y la revisión de las opciones de *producción más limpia*. Se recomienda que para muchas de las aplicaciones de capacitación se utilice este paquete y uno o más libros de trabajo de los sectores de reciclaje, textiles, de curtido y cervecería.

**P**or último, quisiéramos volver a enfatizar que este paquete no cubre todos los aspectos del tema. Su objetivo principal es introducir a los instructores en este campo, ayudarlos y alentarlos a que desarrollen su propio material, adaptándolo de manera adecuada a su situación específica de aprendizaje. En un futuro el PNUMA está dispuesto a trabajar con instructores que deseen llevar este paquete a nuevas direcciones o adentrarse en algunos temas específicos.

## Cómo iniciar una actividad de capacitación basada en este paquete

**1** *Recuerde que este es un paquete para principiantes*, no un recetario completo; también que el libro de trabajo busca desarrollar habilidades de toma de decisión y discernimiento y no transferir conceptos o conocimientos.

**2** *Entienda las necesidades de sus estudiantes*: ¿Qué tipo de discernimiento o habilidades desea desarrollar? Defina sus objetivos de aprendizaje.

**3** *Refresque su memoria* al leer algunos de los documentos de apoyo y estudie las transparencias generales. Escriba sus notas en los espacios que se le proporcionan.

**4** *Identifique expertos* que puedan ser invitados como tutores para ayudarlo en las sesiones de discusión.

**5** *Escoja algunos de los ejercicios* que desee presentar a los estudiantes.

**6** *Revise cuidadosamente el estudio de caso o la situación* en el que está basado; asegúrese de tener por lo menos una solución del ejercicio que pueda explicar y defender.

**7** *Desarrolle otros ejercicios* o preguntas.

**8** Si puede, *desarrolle su propio estudio de caso local* y utilícelo en lugar de los que aparecen en el paquete.

**9** *Prepare algunas preguntas previas de apoyo* y ejercicios preliminares para instructores que se puedan llevar a la práctica antes de empezar el curso o taller.

**10** *En clase, resuma los temas* para los estudiantes utilizando las diapositivas proporcionadas y otras que usted pueda tener. Discuta los problemas y dificultades que enfrentan aquellos que toman decisiones, y en dónde se puede encontrar información basada en hechos para ayudar a la toma de decisiones.

**11** *De preferencia inicie las sesiones de trabajo* con grupos pequeños y dirigidos por

un tutor. Discuta y compare resultados, esté abierto a las ideas y experiencias de los estudiantes y discútalas con ellos.

**12** *Regrese a los objetivos de aprendizaje* y verifique que éstos se hayan cumplido.  
**13** *Piense cómo hacer un seguimiento* y reforzar la experiencia de aprendizaje mediante el establecimiento de algunos proyectos en curso o reuniones periódicas.

Para facilitar el manejo de este paquete, el encabezado de páginas enumeradas de manera impar describe el contenido de esa sección en particular. Esta información se repite de igual forma en el pie de cada página par. Usted puede observar su progreso en la lectura de este paquete al ver el tamaño de las marcas en la barra que se encuentra al pie de cada página impar:



El sombreado muestra su posición actual en el texto.

# Abreviaturas y glosario

## Abreviaturas

ICPIC	Centro Internacional de Facilitación de Información de <i>Producción más Limpia</i> (International Cleaner Production Information Clearinghouse)
IE/PAC	Programa de Industria y Medio Ambiente y Centro de Actividades del PNUMA (Industry and Environment Programme and Activity Centre of UNEP)
OIT	Organización Internacional del Trabajo de las Naciones Unidas
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
US/EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América
OMS	Organización Mundial de la Salud

## Glosario

Las siguientes definiciones se tomaron de los documentos internos de la ONUDI y del Curso de Capacitación *Desarrollo Industrial Ecológicamente Sostenible*. No se deben considerar como definiciones oficiales legalmente acordadas, sino como especificaciones de trabajo para propósitos de este paquete. Se debe tener en cuenta que la rápida evolución de los aspectos ambientales y las herramientas de gestión algunas veces generan conflictos o inconsistencias en el uso de la terminología. Se sugiere a los lectores que se enfoquen en los conceptos implícitos en las definiciones en vez de participar en un debate semántico y finalmente estéril de las mismas.

**Análisis del ciclo de vida.** Es un inventario de la cantidad de energía y materias primas que se utilizan y cuántos desechos sólidos, líquidos y gaseosos se generan en cada etapa de la vida de un producto.

**Auditoría (ambiental).** Es una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de una situación ambiental o de un factor organizacional. Actualmente, existen varios tipos de auditorías “ambientales”, que incluyen: sitios, instalaciones, cumplimiento con regulaciones o sistemas de gestión, o aspectos técnicos como el uso de energía y la emisión de contaminantes. A medida que se ha extendido la metodología, la terminología se vuelve gradualmente menos precisa y variada. La auditoría ambiental, por lo tanto, puede ser un término específico o general, por lo común tiene sinónimos como el de la evaluación de *producción más limpia* o la evaluación ambiental. Véase *Eco-Auditoría*.

**Auditoría de desechos.** Es una cuantificación minuciosa de los desechos de una industria, planta, proceso u

operación unitaria. Para una auditoría de desechos es necesario derivar un balance de materiales para cada nivel de operación. Ésta debe tener como resultado la identificación de los desechos, su origen, cantidad, composición y su potencial de reducción. Otros términos frecuentemente utilizados para la auditoría de desechos, usando más o menos el mismo enfoque y objetivos son: **Auditoría de desechos y emisiones**, **Evaluación de prevención de emisiones y desechos**, **Auditoría de minimización de desechos**. Una evaluación de *Producción más limpia* es una forma más amplia de una auditoría de desechos, que se enfoca, principalmente, en la evaluación de opciones de prevención y remedio, así como un plan de acción.

**Auditoría de riesgos.** Identifica todas las áreas vulnerables y los peligros específicos al nivel del sitio y al nivel de la planta, y examina y evalúa en detalle los estándares de todas las facetas de una actividad particular.

**Auditoría energética.** Identifica los costos y las cantidades físicas de los insumos de energía utilizados, las tendencias anuales y estacionales en el uso de la energía y su costo, y el uso por unidad producida.

**Ciclo de vida.** La combinación de procesos que un producto necesita para cumplir con la función especificada por la unidad funcional. Las etapas del ciclo de vida incluyen producción, uso y procesamiento después de su disposición, incluyendo el procesamiento de los desechos generados en estas etapas.

**Contabilidad ambiental.** Un intento de desarrollar hojas de balance para medir la actividad económica en términos de sus costos para el medio ambiente.

**Contabilidad de materiales.** Una técnica analítica dirigida a identificar y cuantificar los materiales que entran y salen de un proceso de producción o de las instalaciones de proceso.

**De-la-cuna-a-la-tumba (*Cradle-to-grave*).** El ciclo de vida de un producto desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final.

**Desechos.** En el contexto de este paquete, "Desechos" es un término amplio que cubre cualquier descarga de un proceso que no sea un producto. Por lo tanto describe descargas en fases líquida, gaseosa y sólida.

**Disposición.** Ubicación final o destrucción de desechos tóxicos, radioactivos o de otra clase.

**Eco-auditoría.** Es una herramienta de gestión que comprende la evaluación sistemática, periódica, documentada y objetiva del funcionamiento de los equipos, la gerencia y la organización ambiental. Algunas veces el término *auditoría ambiental* se utiliza en lugar de eco-auditoría.

**Eco-eficiencia.** Maximización de los resultados industriales partiendo desde un nivel de entrada de insumos, para asegurar la producción limpia, el uso apropiado de los recursos humanos, y los recursos renovables y no renovables.

**Eco-etiquetado.** El uso de etiquetas para informar al consumidor que el producto es más amigable ambientalmente que otros de su misma categoría.

**Evaluación de impacto ambiental (EIA).** Una evaluación de los efectos de las actividades del desarrollo humano o la carencia de acciones sobre distintos componentes del medio ambiente, llevada a cabo durante la etapa de planeación.

**Evaluación de mejoras.** La fase más importante de la evaluación del ciclo de vida. En esta fase, el fabricante puede identificar las oportunidades de mejorar el desempeño ambiental de su producto.

**Evaluación de producción más limpia.** Un procedimiento para evaluar de manera sistemática un proceso de manufactura o de producción para identificar opciones de mejoramiento o cambio, con el fin de

disminuir las emisiones contaminantes y otros impactos ambientales.

**Evaluación de tecnología ambiental.** Una evaluación que analiza los efectos de una tecnología en el medio ambiente, especialmente sobre la salud humana, sistemas ecológicos y recursos.

**Evaluación química.** Es una herramienta analítica que determina el potencial de un químico de causar daños debido a su toxicidad inherente y/o ecotoxicidad.

**Mitigación.** Véase Tratamiento al final del tubo.

**Periodo de reembolso.** Una medida simple de rentabilidad que se puede utilizar para calcular el tiempo que tomará un proyecto de *producción más limpia* (o cualquier proyecto de capital) para pagarse por sí mismo.

**Producción más limpia.** La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos y productos con el fin de reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente. En programas internacionales y en muchos nacionales, la *Producción más limpia* ha reemplazado gradualmente términos ambiguos como: *prevención de la contaminación*, *minimización de desechos* o *evaluación ambiental*.

**Reciclaje.** La búsqueda y recuperación de materiales o productos para reutilizarlos en su forma original o para reprocesarlos en otros productos. Ejemplos: reciclaje de latas de aluminio o papel. El reciclaje se puede llevar al cabo dentro de una planta o proceso, en cuyo caso se convierte en parte del enfoque de *producción más limpia* y si se realiza fuera de una planta es más bien una actividad de manejo de desechos.

**Recuperación.** La extracción de materiales de los desechos que pueden ser reciclados o reutilizados. La recuperación puede ocurrir en la fuente que produce los desechos o como un proceso durante su manipulación.

**Reclamación.** La recuperación de productos útiles del material de desecho.

**Reducción en la fuente.** Es una parte del enfoque de la *Producción más limpia*. Implica prevenir la generación de desechos desde su origen, en lugar de manejarlos una vez que han sido producidos.

**Reutilización.** Recuperación de materiales o productos para su propósito original dentro del mismo sitio.

**Sistema de manejo ambiental.** Un sistema dirigido a facilitar el mejoramiento del desempeño ambiental que incluye una revisión completa de los efectos producidos por una compañía; la elaboración de una política ambiental diseñada para atenuar los efectos identificados y los procedimientos para lograr las metas y objetivos de esa política.

**Tecnologías más limpias.** Procesos o equipos de producción con una tasa baja de generación de desechos. Las plantas de tratamiento o reciclaje no se clasifican como tecnologías limpias.

**Tratamiento al final del tubo.** Tratar los contaminantes al final del proceso —utilizando, por ejemplo, filtros,

catalizadores y lavadores— en lugar de prevenir su generación.

