



# 9

## Cómo favorecer una industria más limpia en beneficio de todos

Por: ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial)  
Agencias colaboradoras: OMS (Organización Mundial de la Salud)/UNDESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas)

<b>Índice</b>	
<b>El agua y el desarrollo industrial sostenible</b>	<b>227</b>
Demanda de agua y desarrollo industrial	229
<i>Impacto de la industria sobre el agua a escala mundial</i>	229
Figura 9.1: Usos en competencia del agua en los principales grupos de países según su renta	228
Figura 9.2: Contribución de los principales sectores industriales a la producción de contaminantes orgánicos del agua.	229
Cuadro 9.1: Control de la contaminación del agua de uso industrial en la cuenca del Golfo de Guinea (África occidental)	231
<i>Impacto de la industria sobre el agua a escala regional</i>	230
Cuadro 9.2. Gestión medioambiental y control de la contaminación en la cuenca del río Tisza (Europa oriental)	232
<i>Impacto de la industria sobre el agua a escala local</i>	232
Vigilancia del desarrollo industrial y del impacto de la industria sobre los recursos hídricos	233
<b>El estado de los recursos hídricos y la industria</b>	<b>234</b>
Cantidad y calidad del agua a escala mundial	234
Tabla 9.1: Eficiencia del agua industrial	235
Figura 9.3. Valor Añadido Industrial por el uso del agua en los principales grupos de países según su renta	235
Reducción del impacto de la industria a escala de cuenca	238
Mapa 9.1: Extracciones de agua para la industria manufacturera por cuencas	238
Cuadro 9.3: Convenio de cooperación para la protección y uso sostenible del río Danubio (Europa central y oriental)	239
Acciones regionales para hacer frente al impacto de la industria en las zonas costeras	240
Mejoras locales de las prácticas industriales con beneficios mundiales/regionales	240
Cuadro 9.4: Esquema de la industria regional africana del cuero y el calzado	241
Cuadro 9.5: Importantes ganancias debidas a la producción más limpia de alimentos en Vietnam	242
Cuadro 9.6: Eliminación de obstáculos para una minería artesanal del oro más limpia	243
<b>Recomendaciones para futuras estrategias de desarrollo</b>	<b>244</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>244</b>
Panorama de los avances logrados desde Río	245
<b>Referencias</b>	<b>245</b>
<b>Algunos sitios web útiles</b>	<b>246</b>

No estoy seguro de qué soluciones encontraremos para hacer frente a todos nuestros problemas medioambientales; pero sí que estoy seguro de esto: las proporcionará la industria; serán producto de la tecnología. ¿De dónde podrían proceder si no?

*G.M. Keller, Nation's Business, 12 de junio, 1988*

ES DIFÍCIL IMAGINAR UN TIPO DE INDUSTRIA que no utilice agua, como ingrediente del producto mismo, para calentar o enfriar, o como parte de los procesos de fabricación y lavado. Las industrias generales necesitan grandes cantidades de agua, mientras que las especializadas, como las farmacéuticas, pueden necesitar cantidades más pequeñas de agua de alta calidad. Todas necesitan disponer de agua de forma continua. Aunque el abastecimiento es, ciertamente, un tema importante, este capítulo también llama la atención acerca del agua y la contaminación como resultado de la actividad industrial. Ambos afectan al medio ambiente y a la vida de las comunidades de las cuencas inferiores. El capítulo ofrece ejemplos de medidas económicas y legislativas útiles para estimular a las industrias a que sean cívicamente responsables. Se sugiere que el concepto de “la zanahoria y el palo” puede ser importante, tanto para disminuir los residuos como para fomentar las buenas prácticas.



**L**A INDUSTRIA ES UN MOTOR ESENCIAL DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO. Como tal, es clave para el progreso económico y social y contribuye positivamente a dos de los tres componentes que deben desarrollarse en armonía si se quiere alcanzar el desarrollo sostenible. Sin embargo, la necesidad de aumentar el rendimiento económico, particularmente en los países en vías de desarrollo y en los países en transición, ha excluido del proceso de planificación, con demasiada frecuencia, la consideración del tercer componente: la protección del medio ambiente. Por ejemplo, los recursos adecuados de agua de buena calidad no son sólo importantes para mantener a las comunidades humanas y a los ecosistemas naturales, sino que constituyen también una materia prima esencial para la industria. Con este enfoque, los beneficios económicos a corto y medio plazo se han hipotecado debido al daño medioambiental a largo plazo y pueden, en último término, llegar a ser insostenibles.

En las últimas décadas, el traslado a gran escala de la industria manufacturera desde los países desarrollados a los que están en vías de desarrollo, ha aumentado este desequilibrio. Las industrias que consumen mucha agua, como la textil, situadas originariamente para aprovechar abastecimientos abundantes y bien gestionados, se pueden encontrar ahora reubicadas en comunidades donde tienen que competir por un suministro de agua escaso o poco desarrollado. De este modo, los beneficios económicos derivados de unos costes de fabricación más bajos se consiguen, en parte, imponiendo nuevas cargas a la gestión local de la oferta de agua, o se compensan, al menos en parte, con cargas suplementarias y no planificadas. Los cambios se producen por la necesidad de hacer frente a un suministro inadecuado y a las interrupciones del suministro, al deterioro de la calidad del agua y al continuo daño a los productos y, en muchos casos, para evitar gastos de capital adicionales cuando las empresas llevan directamente el control de la gestión de su propio abastecimiento de agua.

## El agua y el desarrollo industrial sostenible

Durante muchos años, la comunidad internacional ha reconocido el importante papel desempeñado por el agua en el marco del desarrollo industrial sostenible. La Conferencia Internacional del Agua y el Medio Ambiente de Dublín, declaró en 1992, que “la salud y el bienestar del género humano, la seguridad alimentaria, el desarrollo industrial y los ecosistemas de los cuales dependen, están todos en peligro, a menos que se gestionen más eficazmente los recursos de agua y de tierra”.

La Agenda 21, que se publicó el mismo año, presta una considerable atención al agua y al desarrollo industrial, al tiempo que define el marco necesario para el desarrollo sostenible. El capítulo 18 destaca implícitamente la necesidad de promover métodos de producción más limpios y “tecnologías innovadoras...para utilizar plenamente los limitados recursos de agua y protegerlos de la contaminación”. El capítulo 30 está dedicado por completo a reforzar el papel de las empresas y la industria como motores fundamentales del desarrollo económico y social pero, al mismo tiempo, reconoce que, con demasiada frecuencia, la industria utiliza los recursos con poca eficacia y es responsable del deterioro evitable de dichos recursos.

El impacto de la industria sobre el agua se puede considerar doble:

▫ **Cantidad:** El agua se necesita como materia prima, a menudo en grandes cantidades, en muchos procesos industriales. En algunos

casos, puede ser una materia prima directa que forma parte del producto fabricado y así es “exportada” cuando dicho producto sale al mercado y, por tanto, se pierde para el sistema hídrico local. En otros casos, quizá más frecuentes, el agua es una materia prima indirecta, utilizada para lavar y refrigerar, producir vapor para obtener energía, cocinar, etc. En este caso, las aguas residuales pueden volver al sistema hídrico local, a través del alcantarillado o directamente a los cursos de agua.

▫ **Calidad:** Aunque la industria requiere agua de gran calidad para la fabricación, la que elimina puede no alcanzar los mismos niveles de calidad. En el mejor de los casos, esto representa una carga para las plantas de tratamiento responsables de restaurar la calidad del agua hasta niveles apropiados para el reciclado. En el peor de los casos, las aguas residuales industriales se vierten sin tratar en los cursos de agua abiertos, reduciendo la calidad de grandes volúmenes de agua y, en algunos casos, infiltrándose en los acuíferos y contaminando importantes recursos subterráneos. Esto pone en peligro a las comunidades situadas en las cuencas bajas, que dependen de esos recursos para su abastecimiento primario de agua.

En muchos países en vías de desarrollo, la industria se aprovecha de una ineficaz gestión local del agua, pasando la responsabilidad de la demanda o bien a los ya sobrecargados servicios públicos o a las comunidades locales y a los usuarios. Normalmente, los costes adicionales, financieros y medioambientales, soportados por los sistemas de agua locales, o directamente por otros usuarios, no se tienen en cuenta en las estadísticas sobre el desarrollo económico nacional. De hecho, los gobiernos suelen mostrar los costes de capital del suministro de agua y del tratamiento de aguas residuales, como avances en el desarrollo, en vez de como costes trasladados al gobierno por los inversores industriales.

A pesar de que los gobiernos han adoptado tanto el principio de precaución como el de que “quien contamina, paga”, la falta de recursos en la gestión del agua determina que estos principios no se cumplan aún plenamente. No están proporcionando la protección y los beneficios que en un principio se esperaban, y los sistemas de agua industrial no son sostenibles ya que se basan en la explotación de uno por el otro. En muchos países, esta falta de sostenibilidad se hace cada vez más evidente. El crecimiento previsto de la demanda de agua no se puede satisfacer con los recursos finitos existentes, considerando sólo el lado del suministro.

Para restaurar el equilibrio entre los objetivos económicos y medioambientales se deben integrar las mejoras en el abastecimiento con una mejor gestión de la demanda, tanto a escala del gobierno como a escala de las empresas.

Las iniciativas del lado de la demanda pueden jugar un papel importante para:

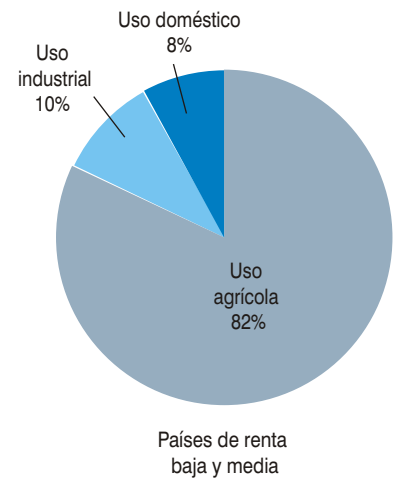
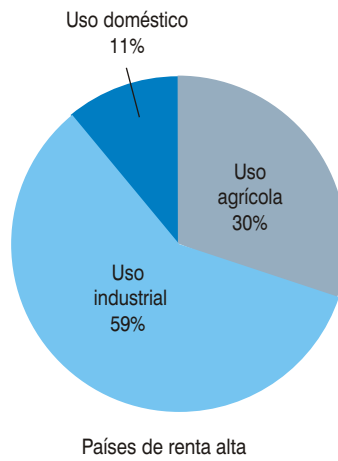
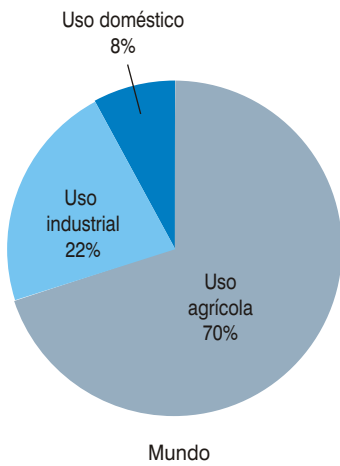
- aumentar la eficacia de los procesos industriales que plantean las mayores demandas de agua, adoptando las mejores técnicas disponibles; y

- disminuir la carga de contaminantes de las aguas residuales industriales, reconociendo que buena parte de esta carga de contaminantes está constituida por un exceso de materias primas que la empresa no debería eliminar, sino recoger para su reutilización.

Estas iniciativas brindan oportunidades para romper el paradigma vigente, según el cual, el crecimiento industrial y la protección del medio ambiente se consideran como alternativas incompatibles. En la industria actual, estas iniciativas del lado de la demanda pueden estar impulsadas, al menos en parte, por consideraciones económicas en las empresas. Así, la industria puede verse movida a emprender estas tareas para aumentar su competitividad, más que por razones negativas de obligación de cumplir una normativa. Para las nuevas inversiones industriales, un elemento clave de planificación industrial, por parte de las agencias nacionales de inversiones, sería garantizar la incorporación de tecnologías eficientes para los recursos y de las mejores prácticas operativas.

Figura 9.1. Usos competitivos del agua en los principales grupos de países según su renta

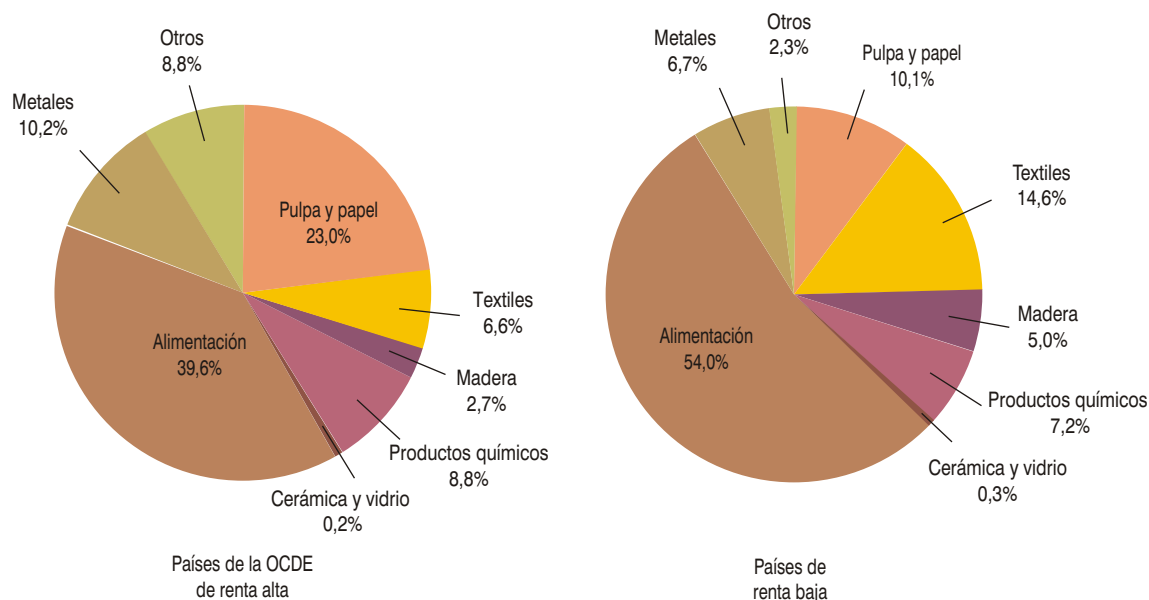
	Uso agrícola (%)	Uso industrial (%)	Uso doméstico (%)
<b>Mundo</b>	70	22	8
Renta baja	87	8	5
Renta media	74	13	12
Renta baja-media	75	15	10
Renta media-alta	73	10	17
<b>Rentas baja y media</b>	<b>82</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
Asia oriental y Pacífico	80	14	6
Europa y Asia central	63	26	11
América Latina y Caribe	74	9	18
Oriente Medio y Norte de África	89	4	6
Sur de Asia	93	2	4
África subsahariana	87	4	9
<b>Renta alta</b>	<b>30</b>	<b>59</b>	<b>11</b>
Unión Económica y Monetaria Europea (UME)	21	63	16



El uso industrial del agua aumenta con la renta de los países, desde un 10 por ciento en países de renta baja y media, hasta un 59 por ciento en países de renta alta.

Fuente: Banco Mundial, 2001

Figura 9.2. Contribución de los principales sectores industriales a la producción de contaminantes orgánicos del agua



Las industrias basadas en materias primas orgánicas son siempre las que contribuyen más significativamente a la carga de contaminantes orgánicos del agua, siendo los sectores de alimentos y bebidas los mayores contaminantes.

Fuente: Banco Mundial, 2001

### Demanda de agua y desarrollo industrial

#### Impacto de la industria sobre el agua, a escala mundial

Los datos sobre agua dulce presentados en el Informe Mundial sobre Indicadores del Desarrollo (Banco Mundial, 2001) muestran que el agua para uso industrial representa aproximadamente el 22 por ciento del total mundial de agua dulce. En general, el uso industrial del agua aumenta con la renta de los países, representando el 59 por ciento del uso total de agua en los países de renta alta, y sólo el 8 por ciento en los países de renta baja (véase figura 9.1). La base de datos Recursos Mundiales de Agua y su Utilización (Shiklomanov, 1999) predice que el volumen anual de agua utilizada en la industria aumentará desde 752 kilómetros cúbicos (Km3) por año en 1995, hasta 1.170 Km3/año, en 2025, en cuyo momento se estima que la industria contribuirá con cerca del 24 por ciento al total del agua dulce extraída.

Una consecuencia de la liberalización del comercio y la globalización de la industria ha sido la migración de las industrias manufactureras desde los países de renta alta a los países de renta baja, a veces por la simple reubicación de las plantas de producción. De este modo, tecnologías industriales desarrolladas en regiones relativamente ricas en agua se utilizan en áreas donde el agua es un bien escaso o donde los gobiernos tienen menos capacidad para adaptar el crecimiento de las infraestructuras al aumento de la demanda. Como consecuencia, probablemente aumentarán tanto el estrés hídrico como los conflictos entre los usuarios. Los grupos más pobres de la sociedad, que normalmente tienen mayores dificultades para negociar un acceso justo, pueden quedar cada vez más marginados a medida que aumenten los conflictos. En este momento, es necesario considerar tanto las medidas de precaución como las innovadoras para evitar pérdidas irreparables o el deterioro de los recursos de agua.

Sin embargo, a escala mundial, la industria puede no ser la fuente más importante de contaminantes responsables del deterioro de la calidad del agua. Los vertidos agrícolas y los residuos no tratados de los asentamientos humanos, crean una degradación más generalizada de los recursos de agua (Kroetze y Seitzinger, 1998). Además, el vertido directo de contaminantes en las masas de agua no es, mundialmente, el único medio por el que la industria degrada la calidad del agua.

Muchos de los compuestos químicos vertidos por la industria en forma de emisiones gaseosas, tienen posibilidad de transporte, dispersión y deposición a gran distancia. Se admite que este mecanismo es un factor importante en la degradación de las aguas dulces y marinas de las regiones no industriales y ha impulsado gran variedad de convenios multinacionales sobre medio ambiente, tales como el Convenio sobre la Contaminación Transfronteriza del Aire a Gran Distancia y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

Las estimaciones, a escala mundial, sobre emisiones de contaminantes orgánicos del agua por distintos sectores industriales, se muestran en la figura 9.2. Inevitablemente, las industrias basadas en materias primas orgánicas son siempre las que contribuyen más a la descarga de contaminantes orgánicos, siendo los sectores de alimentos y bebidas los más contaminantes, en todo el rango de rentas de los países encuestados. Las industrias del sector de la madera, incluidas la de pulpa y papel y la textil, contribuyen también de manera importante, viniendo determinados sus respectivos valores por la importancia relativa de los diferentes sectores industriales en los distintos grupos de países según su renta.

Sin embargo, la ubicación de las industrias junto a los asentamientos humanos da lugar a que la contaminación industrial de los recursos hídricos utilizados para el abastecimiento de agua sea un rasgo común en todo el mundo. Esto significa que se pueden conseguir avances considerables allí donde sea posible compartir y reproducir iniciativas regionales y locales que hayan tenido éxito. Las actividades llevadas a cabo en tierra tienen un gran impacto en las zonas costeras y, debido al transporte marino a gran distancia, pueden constituir un problema mundial (véase cuadro 9.1)

Se estima que, en el grupo de países de renta alta, más de la mitad del total de agua dulce extraída se utiliza para refrigeración en centrales térmicas (Vassolo y Döll, 2002). Gran parte de este agua se reintegra, tanto a escala mundial como regional, sin alterar significativamente su calidad, pero con un aumento de temperatura persistente, que influye sobre los ecosistemas locales (para más detalles véase el capítulo 10 sobre energía).

#### *Impacto de la industria sobre el agua, a escala regional*

En los países de renta alta, la industria se ha desarrollado para aprovechar las materias primas locales, incluyendo los recursos de aguas superficiales y subterráneas de buena calidad, de modo que la distribución regional de la industria refleja la distribución geográfica del agua. Aunque este modelo se está difuminando debido a factores socioeconómicos, todavía quedan muchos ejemplos. En estos países, la gestión del agua se basa cada vez más en una evaluación holística de los recursos, de la oferta y la demanda, a escala de cuenca (CEE, 2000). Esto incorpora tanto la consideración de las demandas potencialmente en competencia, como el estímulo de una valoración adecuada del agua, por medio de un control estricto de las extracciones y de recompensas por su utilización eficaz. En general, una alta proporción de la población tiene acceso seguro y no conflictivo a agua de buena calidad. En los últimos años, se ha fomentado la evaluación real y transparente de los recursos de agua, a medida que su gestión ha ido pasando progresivamente al sector privado, deseoso de establecer controles “financieros” a los recursos y sistemas de tarifas adecuados. En estos casos, la autorización para las empresas del agua debe señalar, como principales objetivos, el suministro sostenible y la protección de los recursos, más que los beneficios a corto plazo. Esto es particularmente importante para las aguas subterráneas, donde los recursos suelen ser difíciles de determinar de modo fiable.

El desarrollo de sistemas integrados para la gestión del agua ha coincidido con el traslado progresivo de la industria manufacturera a los países en vías de desarrollo y ha dado como resultado la reducción de la extracción de agua para usos industriales en los países de renta alta. La gestión del agua en las regiones antes fuertemente industrializadas de estos países se enfrenta ahora con el problema de la subida de nivel de las aguas subterráneas y consiguientemente de las inundaciones. En muchos casos, el ascenso de las aguas subterráneas está recargando acuíferos poco profundos que se saturaron por última vez hace muchas décadas. En paralelo, la calidad de estos “nuevos” recursos hídricos se va reduciendo a medida que encuentran contaminantes procedentes de las industrias situadas encima, que se han ido infiltrando a través de los años. En los países de renta baja, aunque las industrias primarias, como la minería, se ubican donde pueden explotar los recursos

naturales, las industrias manufactureras suelen no tener esa dependencia. Los mercados locales, relativamente pequeños y empobrecidos, indican que gran parte de esa industria está movida por la exportación y está ubicada para aprovechar los bajos costes de producción y, particularmente, los bajos costes de mano de obra, así como las ventajas fiscales y la facilidad de transporte para sus productos. En estas circunstancias, la responsabilidad del desarrollo de los recursos hídricos puede estar separada de la planificación de las inversiones o del desarrollo industrial, o puede convertirse en una “moneda de cambio” durante la negociación de las inversiones. En muchos casos, las necesidades percibidas de desarrollo económico y social llevan a los gobiernos locales a subvencionar o a asumir la responsabilidad del abastecimiento, imponiendo nuevas cargas a los recursos locales y a la infraestructura.

Este problema puede agravarse por el rápido, y a veces caótico, crecimiento de los centros urbanos, al producirse movimientos de población para lograr mejores oportunidades de empleo. Los recursos de agua locales y las infraestructuras de abastecimiento y de tratamiento de aguas residuales existentes pueden verse superados por estos cambios. De esta manera, los objetivos bienintencionados de las políticas económicas e industriales, respecto al desarrollo sostenible, se socavan y los sectores más vulnerables de la sociedad sufren una nueva pérdida de acceso a los recursos de agua de buena calidad.

La concentración de industrias en los grandes ríos transfronterizos es un factor importante en la degradación de la calidad del agua a escala regional. Se pueden destacar dos formas de deterioro de las aguas superficiales:

- deterioro crónico de la calidad, debido a que la industria descarga continuamente contaminantes escasamente tratados o sin tratar, de modo que la carga de contaminantes aumenta, o se mantienen cargas elevadas durante largos periodos de tiempo; y
- deterioro agudo de la calidad, cuando por un fallo accidental en la industria se generan grandes cargas de contaminantes en un suceso incontrolado pero de duración relativamente corta.

Normalmente, el deterioro crónico de la calidad es el resultado de la falta de plantas adecuadas de tratamiento, o consecuencia de que los vertidos industriales se tratan en instalaciones municipales inadecuadas para estos propósitos. Además, la eficacia general de las instalaciones municipales puede verse muy perjudicada por la inclusión de cargas mixtas e incontroladas de contaminantes industriales. Se han formulado diversos instrumentos legales para hacer frente a los problemas crónicos de la calidad (por ejemplo, el Convenio de Helsinki sobre la Protección y Uso de Cursos de Agua Transfronterizos y Lagos Internacionales), y varios grupos regionales de gobiernos han desarrollado proyectos al respecto.

El deterioro agudo de la calidad suele resultar de una inadecuada gestión de la seguridad, bien en los procesos de producción, bien en los residuos de ésta. Como ejemplo puede citarse el derrumbamiento de la estructura de almacenamiento de residuos en la mina de Baia Mare, en Rumania (véase el cuadro 9.2).

## Cuadro 9.1: Control de la contaminación del agua de uso industrial en la cuenca del Golfo de Guinea (África occidental)

El Golfo de Guinea es una de las zonas marinas más productivas del mundo, rica en recursos pesqueros, petróleo y gas, y minerales preciosos, y una importante reserva mundial de biodiversidad marina. Está rodeado por países de África central y occidental ribereños del Océano Atlántico, donde la contaminación procedente de residentes e industrias ha afectado a sus aguas y ha dado lugar a la degradación del hábitat, pérdida de diversidad y productividad biológicas y deterioro de la salud humana.

Para invertir esta tendencia, los países de la región han adoptado un enfoque integrado y holístico, aplicando el concepto de gran ecosistema marino a la gestión sostenible del medio ambiente regional y sus recursos vivientes. El proyecto cooperativo, “Control de la Contaminación del Agua y Conservación de la Biodiversidad en el Gran Ecosistema Marino del Golfo de Guinea”, financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM), reconoce que la contaminación procedente de fuentes terrestres contribuye en grado máximo al flujo de contaminantes hacia el Golfo y, por tanto, es prioritaria la evaluación, prevención y control de dicha contaminación. En un estudio ecológico inicial, se utilizaron peces, invertebrados bentónicos y otras especies, como indicadores biológicos para medir los efectos de la contaminación en los ecosistemas marinos y costeros.

Uno de los principales objetivos del proyecto fue el control de la contaminación industrial. Cada país participante llevó a cabo una evaluación semicuantitativa de las fuentes terrestres de contaminación en la región. Se evaluaron las industrias situadas en una franja de 30-50 kilómetros de la línea de costa en cada país, en cuanto a los procesos de fabricación empleados, los tipos y cantidades de residuos generados y las técnicas para el tratamiento de residuos, así como los sistemas de vertido.

Los resultados de la evaluación demostraron:

- Ausencia de infraestructuras para reducir la contaminación en la región, lo que conduce a un vertido incontrolado de residuos y efluentes no tratados;
- Ausencia de normas comunes para el vertido de efluentes;
- Ausencia de evaluación del impacto medioambiental o de auditorías ambientales durante las operaciones.

- Insuficientes recursos humanos y materiales para la vigilancia y cumplimiento de las normas.
- Inadecuados recursos financieros para ejecutar y hacer cumplir los acuerdos.
- Ausencia de datos fiables y de información en mapas topográficos con coordenadas del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para las industrias seleccionadas.
- Insuficiente concienciación pública sobre los problemas de contaminación

Estas consideraciones han proporcionado las bases para:

- Elaborar sugerencias para mejorar el rendimiento industrial mediante la adopción de metodologías de producción más limpias y la mejora de las tecnologías de los procesos de fabricación;
- Establecer centros nacionales de producción más limpia;
- Desarrollar estrategias y políticas para fomentar la reducción, el reciclado, la recuperación y la reutilización de residuos industriales;
- Redactar un borrador de la norma sobre Efluentes Regionales y Vertidos; y
- Planificar en colaboración la Gestión Integrada de Zonas Costeras (ICZM), para regular el desarrollo en la región.

Una iniciativa piloto en Ghana, el llamado Sistema de Gestión de la Bolsa de Residuos, que incorpora la reutilización y el reciclado para reducir el aporte de residuos a las costas y a las aguas dulces, ha sido acogida con entusiasmo por las industrias manufactureras, con el eslogan “los desechos de una persona son la materia prima de otra persona”. Las metodologías de producción más limpias se han transferido a las industrias ubicadas en las lagunas costeras de las áreas de Accra y Tema, a través de un proyecto de demostración dirigido por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).



### Cuadro 9.2. Gestión medioambiental y control de la contaminación en la cuenca del río Tisza (Europa oriental)

El accidente que tuvo lugar en Baia Mare (Rumania), en enero de 2000, atrajo la atención internacional hacia el río Tisza, cuando se derrumbó un dique de retención de residuos de una mina de oro, lanzando toneladas de lodo contaminado con cianuro al río Szamos y después a través del Tisza, al Danubio y al mar Negro.

La naturaleza transfronteriza del problema exigió un enfoque integrado de gestión de los recursos hídricos, basado en considerar la cuenca del río como una entidad, combinado con el refuerzo de capacidades, lo que puede ser útil para las necesidades de todos los implicados. Se deben asegurar la mejora y la protección constantes del medio ambiente, por medio de medidas de precaución que contemplen la consideración de los riesgos medioambientales, tanto en la planificación como en los procesos industriales

Actualmente, la ONUDI está llevando a cabo un proyecto piloto para promover un sistema integrado de gestión de riesgos en la cuenca del río Tisza, dentro del marco legal de la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua (CEE, 2000), la Directiva Seveso II, sobre el control de riesgos derivados de grandes accidentes en los que intervienen sustancias peligrosas (CEE, 1996b), y la recomendación de la OCDE sobre la prevención y respuesta a accidentes en los que intervienen sustancias peligrosas (OCDE, 1988).

El objetivo del proyecto es apoyar a los países de la cuenca del Tisza en:

- La aplicación del principio de precaución a la contaminación del agua de uso industrial.
- La mejora de los planes de emergencia y la respuesta a los vertidos accidentales de sustancias tóxicas al medio ambiente;
- La mejora de la comunicación entre la industria, el gobierno y la comunidad, con respecto a los riesgos y a los sistemas de emergencia;
- El desarrollo, conjuntamente con la industria, de medidas preventivas prácticas que se puedan llevar a cabo rápidamente; y
- La transferencia de tecnologías seguras con experiencias prácticas.

Los objetivos inmediatos del proyecto son:

- Realizar evaluaciones cuantitativas de riesgos de contaminación del agua en áreas industriales seleccionadas;
- Evaluar las carencias de sistemas de vigilancia y el Sistema de Alerta Precoz (EWS) con respecto a las normas de la UE;
- Identificar medidas para mitigar los riesgos, reduciendo tanto la frecuencia con que se producen accidentes de contaminación del agua, como la magnitud de sus consecuencias;
- Desarrollar recomendaciones sobre planes externos de emergencia y comunicación; y
- Formar a las personas y a las comunidades locales.

Los recursos de aguas subterráneas se pueden reducir de manera irreversible por ambos mecanismos, a medida que se restringen las oportunidades de regenerar los acuíferos. Además, la bajada de los niveles de agua dulce en los acuíferos poco profundos por la extracción no sostenible para centros costeros de población e industria, puede llevar a la penetración de agua salada, haciendo esos recursos inadecuados para la producción.

#### *Impacto de la industria sobre el agua a escala local*

Localmente, el uso ineficaz del agua y de los residuos por parte de las empresas es producto de:

- La falta de capacidad técnica para la gestión, tanto de los departamentos gubernamentales como de las empresas.
- Una comprensible falta de voluntad para dificultar la actividad industrial y económica.
- El uso de tecnologías ineficaces, inapropiadas y obsoletas.

En muchos casos, en los países de renta baja o media, los directivos de las empresas desconocen dónde y por qué se utiliza el agua en ellas. El consumo de agua no se suele medir más allá del punto inicial de entrada, por lo que no es posible llevar a cabo

el control de su utilización en cada una de las etapas del proceso de producción. Por esta razón, el consumo de agua se toma como un coste “inevitable”, más que como uno más de la serie de “inputs” de producción que pueden y deben ser controlados para aumentar la eficacia y disminuir los residuos.

No se puede fomentar eficazmente el cambio en la industria solamente a base de regulaciones y autorizaciones impuestas por los gobiernos, particularmente en los países en vías de desarrollo, donde se cuenta con unos recursos muy limitados para controlar el funcionamiento de la industria. Más bien se deben reforzar dichas políticas con sistemas que mejoren las aptitudes de los directivos y del personal empleado de producción, de modo que sean conscientes de las ventajas, tanto económicas como medioambientales, que conlleva la utilización de los recursos hídricos de forma cuidadosa y eficaz. Esta formación, junto con la introducción de sistemas sencillos para determinar el uso y distribución del agua, puede llevar a reducciones drásticas en el volumen consumido, a menudo con poca inversión de capital, e inicialmente sin cambios tecnológicos.

Naturalmente, en muchos países de renta baja y media, una gran proporción del empleo total y del esfuerzo industrial se concentra en las pequeñas y medianas empresas que toman el agua del abastecimiento doméstico. Probablemente esta demanda de agua en gran parte no se mide ni se controla. Los planes para mejorar la capacidad de gestión del agua en las empresas de este tamaño, necesitan integrarse en un desarrollo general de la capacidad empresarial, y pueden ser particularmente apropiados para las mujeres, ya que éstas están bien representadas entre los emprendedores a pequeña escala y son las que más pueden beneficiarse de la liberación de las tareas de recogida de agua y de la reducción de la contaminación del agua.

De modo similar, las cargas de contaminantes de los vertidos de agua de las empresas se pueden reducir significativamente aumentando la concienciación sobre el valor de la materia prima que se expulsa como desecho; por ejemplo, recoger y reciclar los colorantes de las aguas de lavado de la industria textil reduciría la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de las aguas vertidas y aumentaría la eficacia del uso de los colorantes en la empresa, proporcionando, por tanto, ganancias tanto económicas como medioambientales.

Inevitablemente, las cargas de contaminantes no se pueden eliminar con tales métodos. Será necesario el tratamiento al final del proceso. La inversión de capital para tales plantas puede proceder, al menos en parte, de la eficacia conseguida con la introducción progresiva de metodologías de producción más limpias y más respetuosas con el medio ambiente, así como de una gestión más eficaz. De esta manera, la industria se compromete positivamente en sistemas para el uso sostenible del agua y otros recursos naturales.

#### **Vigilancia del desarrollo industrial y del impacto de la industria sobre los recursos hídricos**

La vigilancia y los indicadores de desarrollo pueden ser muy útiles para analizar y comparar el funcionamiento económico y medioambiental a las escalas mundial, regional y local. Deben ser capaces de evaluar tendencias e indicar las áreas problemáticas donde se deben desarrollar políticas adecuadas, asistencia y estrategias de inversión. La disponibilidad y la fiabilidad de los

datos son requisitos necesarios para crear indicadores sólidos sobre los patrones actuales de uso del agua en la industria.

A escala mundial, los datos actuales relacionados directamente con el impacto de la industria sobre los recursos hídricos pueden no ser adecuados para estos propósitos, ya que:

- abarcan muy pocos parámetros;
- se han recogido en diferentes periodos de tiempo y por diversos métodos;

representan estimaciones procedentes de fuentes de datos indirectas;

- no diferencian claramente entre la utilización industrial del agua y otros usos; y

▫ no distinguen suficientemente entre el consumo bruto y el consumo neto de agua, lo cual es particularmente importante en relación con el agua utilizada para la refrigeración de centrales térmicas, la mayor parte de la cual puede ser fácilmente reutilizada.

Las tablas de recursos de agua dulce y de contaminación del agua industrial de los Indicadores Mundiales del Desarrollo 2001, constituyen, probablemente, el conjunto más completo de datos relativos a la industria y al agua a escala mundial. La base de datos Recursos Mundiales de Agua y su Utilización proporciona registros valiosos sobre recursos de agua renovables y sobre el uso del agua por regiones. En esos conjuntos, muchos de los datos exigen una cierta cualificación, lo que disminuye el valor de las evaluaciones generales; las definiciones de uso industrial son poco concordantes y varían de un país a otro, mientras que los datos de calidad del agua, por ejemplo, se pueden referir a cualquier año desde 1993 a 1998, y se calculan como el producto de las emisiones sectoriales estimadas por unidad de empleo y cifras de empleo sectoriales.

Otras fuentes de datos, como AQUASTAT, y los publicados en la página web del agua en el mundo, proporcionan información sobre el agua dulce y la proporción de extracción industrial, pero dichas fuentes no cambian significativamente el panorama mundial de la demanda de agua. El impacto de la industria sobre el agua no está todavía adecuadamente diferenciado en otros sistemas, tales como el de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Evaluación Mundial de Aguas Internacionales (GIWA) y el Programa sobre Calidad del Agua Dulce del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS/WATER), ambos administrados por el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA).

Sin embargo, los datos disponibles se pueden considerar como un punto de partida para desarrollar indicadores de demanda. El índice bruto que representa el valor económico (en dólares) obtenido por la industria por cada metro cúbico de agua, se obtiene comparando la cantidad de agua dulce consumida por la industria cada año y el Valor Añadido Industrial (VAI), en dólares constantes de 1995 (Banco Mundial, 2001).

La transformación de los datos de calidad del agua en indicadores presenta muchas de las dificultades descritas anteriormente. Además:

- los métodos de estimación relativos a tecnologías industriales determinadas y tasas de productividad por empleado, pueden no ser adecuados, especialmente en países en vías de desarrollo;
- la DBO no es una medida total del impacto de la industria sobre la calidad del agua, porque algunos contaminantes no afectan a la DBO;
- el impacto industrial no sólo se debe a los vertidos directos a los cursos de agua locales; y
- las variaciones locales y regionales en la química del agua juegan un papel en la determinación de la capacidad de un ecosistema para “adaptarse” a distintos niveles de DBO.

Los indicadores desarrollados a escala regional o de cauce se centran, sobre todo, en la identificación y evaluación de “puntos calientes”, en la preparación de evaluaciones de riesgos y en los planes de gestión de cuencas. Los indicadores son necesarios para aumentar la concienciación y llegar a un consenso entre los diferentes actores e identificar prioridades de acción. Muchos indicadores regionales se desarrollan a partir de datos obtenidos de las redes de vigilancia del agua. Para obtener buenas estadísticas y datos fiables para el análisis y la planificación, no sólo es necesario establecer tales redes, sino también mantenerlas, de modo que se puedan detectar los cambios a largo plazo en la disponibilidad y calidad del agua. Esto implica que la propiedad de las iniciativas de vigilancia establecidas en los programas de las agencias de desarrollo, debe transferirse a los gestores del agua, a escala nacional o de cuenca.

Aunque la planificación se puede enfocar a escala regional, es localmente donde se puede influir sobre el funcionamiento de las empresas individuales. Los puntos calientes de estrés hídrico identificados gracias a la vigilancia regional ya mencionada, se pueden abordar por referencia, bien a las comparaciones internacionales establecidas con las mejores técnicas disponibles, bien realizando comparaciones “relativas” basadas en el funcionamiento actual, lo que sucederá probablemente en el caso de los países en desarrollo. Este sistema se adopta, por ejemplo, para las metodologías de producción más limpias utilizadas por varias agencias internacionales de desarrollo.

## El estado de los recursos hídricos y la industria

### Cantidad y calidad del agua a escala mundial

En la tabla 9.1 y en la figura 9.3, se dan las estimaciones iniciales de la productividad del agua industrial (valor añadido industrial por metro cúbico de agua utilizada) alcanzada por los países de los distintos grupos de renta, según los Indicadores Mundiales de Desarrollo 2001. Aunque hay considerables variaciones dentro de cada grupo, creadas, no en último término, por las dificultades sobre los datos descritas en la sección anterior, los diferentes grupos de renta caen en campos superpuestos, pero distintos, especialmente cuando se reevalúan “per cápita”. Se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- para un volumen dado de agua utilizada por la industria, los usuarios de renta alta obtienen más valor por metro cúbico de agua utilizada que los países de renta baja;
- los países de renta baja pueden conseguir productividades de agua similares a las de los países desarrollados, pero sólo para volúmenes totales de agua utilizada por la industria significativamente menores;
- a medida que aumenta el consumo total de agua por la industria, la productividad del agua parece descender en cada grupo de renta; y
- el crecimiento económico desde los países de renta baja, pasando por los de renta baja-media, hasta los de renta media-alta, parece que se ha conseguido en gran medida por el consumo adicional, sin aumento significativo de la productividad del agua. Por tanto, puede estar limitado por la disponibilidad de los recursos hídricos.

Es evidente que estas conclusiones se deben manejar con precaución, por las siguientes razones:

- Hay una gran variación dentro de cada grupo de países según su renta; en algunos casos, un pequeño número de países produce una alta proporción del valor económico total.
- Hay perfiles industriales muy diferentes en los países de la muestra.
- Los sectores industriales basados en materias primas orgánicas y orientados a los mercados locales, pueden ser muy dependientes del agua, pero pueden tener muy limitadas oportunidades para conseguir un valor añadido alto.
- El consumo de agua para refrigerar las centrales térmicas representa una proporción considerable del agua extraída en los países de renta alta.
- Los datos se han medido por diferentes métodos, en años diferentes, o se han estimado a partir de otras estadísticas económicas.

La información sobre la degradación de la calidad del agua debida a las emisiones de contaminantes orgánicos se da en la sección 3.6 de los Indicadores Mundiales del Desarrollo, 2001, que proporciona datos de DBO, el indicador más amplio y fiable,

Tabla 9.1: Eficiencia del agua industrial

País	Total de agua dulce extraída en miles de millones de m <sup>3</sup> (1)	% para la industria (2)	Valor Añadido Industrial (VAI) en millones de dólares (3)	Población en millones (4)	VAI/ extracción industrial anual (dólares/m3/per cápita) (5)
Alemania	46,3	86	760.536	82	0,23
Angola	0,5	10	4.182	12	7,26
Argelia	4,5	15	22.618	30	1,11
Argentina	28,6	9	77.171	37	0,84
Armenia	2,9	4	1.029	4	2,14
Austria	2,2	60	76.386	8	7,14
Azerbaiyán	16,5	25	1.213	8	0,04
Bangladesh	14,6	2	11.507	128	0,31
Bielorrusia	2,7	43	9.543	10	0,81
Benín	0,2	10	333	6	3,59
Bolivia	1,4	20	1.529	8	0,68
Botsuana	0,1	20	2.593	2	58,94
Brasil	54,9	18	231.442	168	0,14
Camerún	0,4	19	2.360	15	2,07
Chad	0,2	2	233	7	8,75
Chile	21,4	11	24.385	15	0,7
China	525,5	18	498.292	1.254	0
Colombia	8,9	4	23.120	42	1,4
Costa Rica	5,8	7	4.456	4	2,88
Costa de Marfil	0,7	11	3.039	16	2,47
Croacia	0,1	50	4.995	4	31,22
Dinamarca	0,9	9	40.142	5	100,23
Ecuador	17	6	6.535	12	0,57
El Salvador	0,7	20	3.158	6	3,57
Eslovenia	1,4	50	7.036	5	2,01
Estonia	0,2	39	1.494	1	23,88
Etiopía	2,2	3	726	63	0,17
Rusia	77,1	62	97.800	146	0,01
Filipinas	55,4	4	26.364	74	0,16
Finlandia	2,4	82	48.807	5	4,89
Gabón	0,1	22	2.752	1	208,45
Gambia	0	2	50	1	83,74
Georgia	3,5	20	378	5	0,11
Ghana	0,3	13	1.927	19	2,6
Guatemala	1,2	17	3.468	11	1,6
Guinea	0,7	3	1.431	7	9,21
Guinea-Bissau	0	4	46	1	63,33
Haití	1	1	641	8	13,62
Honduras	1,5	5	1.234	6	2,71
India	500	3	113.041	998	0,01
Indonesia	74,3	1	85.633	207	0,56
Italia	57,5	37	323.494	58	0,27
Jamaica	0,9	7	1.619	3	8,33
Jordania	1	3	1.738	5	10,43
Kenia	2	4	1.325	29	0,57
Kirguistán	10,1	3	699	5	0,46
Letonia	0,3	32	1.627	2	8,71
Lituania	0,3	16	2.156	4	13,56
Malasia	12,7	13	43.503	23	1,14
Malawi	0,9	3	288	11	0,82
Malí	1,4	1	580	11	3,88

Tabla 9.1: Continuación

País	Total de agua dulce extraída en miles de millones de m <sup>3</sup> (1)	% para la industria (2)	Valor Añadido Industrial (VAI) en millones de dólares (3)	Población en millones (4)	VAI/ extracción industrial anual (dólares/m3/per cápita) (5)
Marruecos	11,1	3	12.558	28	1,4
Mauricio	0,4	7	1.419	1	57,13
Mauritania	16,3	2	284	3	0,32
México	77,8	5	96.949	97	0,25
Moldavia	3	65	508	4	0,07
Mongolia	0,4	27	362	2	1,56
Mozambique	0,6	2	1.020	17	4,92
Namibia	0,3	3	971	2	57,12
Nicaragua	1,3	2	538	5	3,97
Níger	0,5	2	376	10	3,76
Nigeria	4	15	14.918	124	0,2
Noruega	2	68	47.599	4	8,61
Nueva Zelanda	2	13	15.683	4	15,08
Países Bajos	7,8	68	116.700	16	1,37
Pakistán	155,6	2	14.685	135	0,04
Panamá	1,6	2	1.561	3	19,84
Papúa Nueva Guinea	0,1	22	1.779	5	16,17
Paraguay	0,4	7	2.334	5	15,51
Perú	19	7	20.714	25	0,61
Polonia	12,1	67	47.846	39	0,15
Reino Unido	9,3	8	330.097	60	7,1
Egipto	55,1	8	22.221	63	0,08
República Centroafricana	0,1	6	211	4	13,46
República Checa	2,5	57	20.512	10	1,42
Corea del Sur	23,7	11	249.268	23	4,16
República Democrática del Congo	0	27	852	3	26,29
República Dominicana	8,3	1	5.530	8	16,58
Irán	70	2	34.204	63	0,37
Tanzania	1,2	2	928	33	1,15
Ruanda	0,8	1	356	8	4,13
Senegal	1,5	3	1.235	9	3,05
Sierra Leona	0,4	4	170	5	2,3
Sri Lanka	9,8	2	3.862	19	1,04
Suráfrica	13,3	11	49.363	42	0,81
Suecia	2,7	30	74.703	9	10,07
Tailandia	33,1	4	64.800	60	0,81
Togo	0,1	13	309	5	5,21
Túnez	2,8	2	6.297	9	13,01
Turkmenistán	23,8	1	2.957	5	2,49
Turquía	35,5	11	51.575	64	0,2
Ucrania	26	52	17.854	50	0,03
Uganda	0,2	8	1.191	21	3,55
Uruguay	4,2	3	5.703	3	15,61
Uzbekistán	58	2	4.340	24	0,16
Venezuela	4,1	10	30.083	24	3,12
Vietnam	54,3	10	9.052	78	0,02

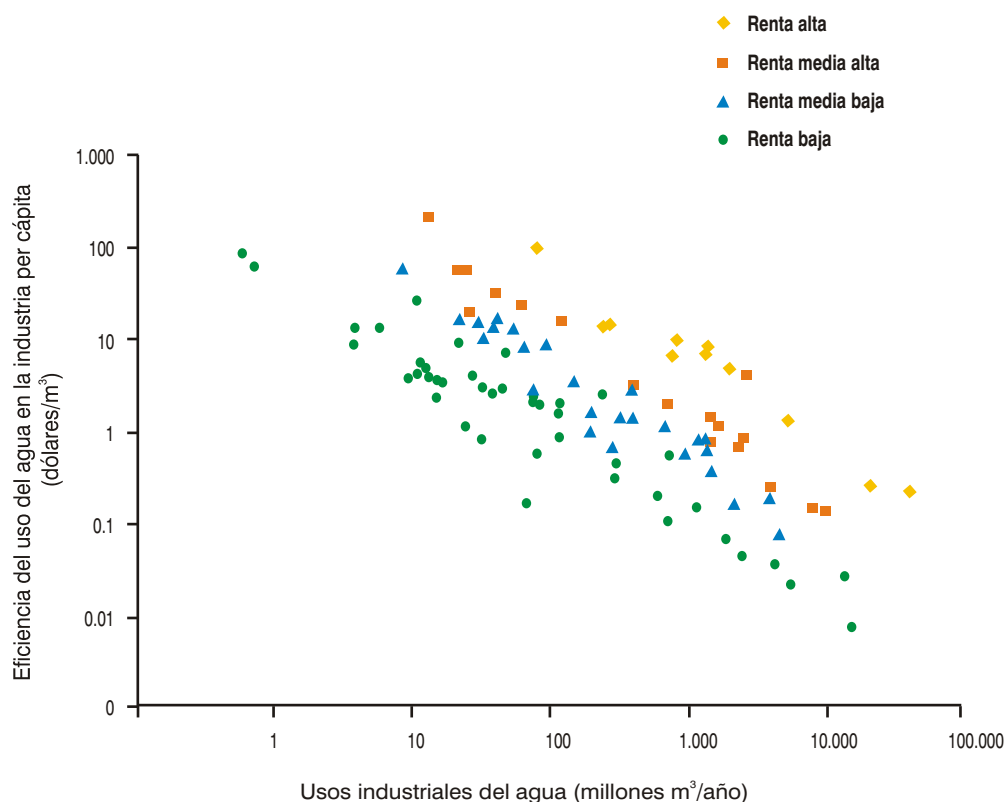
Tabla 9.1: Continuación

Pais	Total de agua dulce extraída en miles de millones de m <sup>3</sup> (1)	% para la industria(2)	Valor Añadido Industrial (VAI) en millones de dólares(3)	Población en millones(4)	VAI/ extracción industrial anual (dólares/m3/per cápita)(5)
Yemen	2,9	1	1.683	17	3,07
Zambia	1,7	7	996	10	0,84
Zimbabue	1,2	7	2.005	12	1,96

La productividad del agua industrial muestra el valor económico (en dólares) obtenido anualmente por la industria, por metro cúbico de agua utilizada. Se pueden apreciar grandes diferencias entre los países de renta alta, tales como Reino Unido, que muestran una eficiencia del agua industrial de 7,10 dólares/m3, y muchos países de renta baja, como Moldavia, con sólo 0,07 dólares/m3. Sin embargo, se observa que los países de población pequeña o industria muy especializada (piedras preciosas de alto valor, turismo), como Gabón, Namibia o Mauricio, han alcanzado también una alta productividad.

Fuente: Banco Mundial, 2001

Figura 9.3. Valor Añadido Industrial por el uso del agua para los principales grupos de países según su renta



Para un volumen dado de agua extraída por la industria, la productividad del agua per cápita aumenta con el grupo de renta pero, en cualquier grupo, la eficiencia disminuye al aumentar las extracciones de agua para la industria. La eficiencia del agua industrial per cápita se calcula como la relación entre el Valor Añadido Industrial del país (VAI), el volumen del agua extraída por la industria y el total de la población del país (en millones). Mientras que los datos del Valor Añadido Industrial se refieren al año 1999, el total anual de extracción de agua dulce se refiere a cualquier año entre 1980 y 1999, y la participación industrial se estima en la mayoría de los casos para 1987. Los datos de población se estiman para 1999.

Fuente: Banco Mundial, 2001

para una serie de países, junto con la contribución estimada de varios sectores industriales.

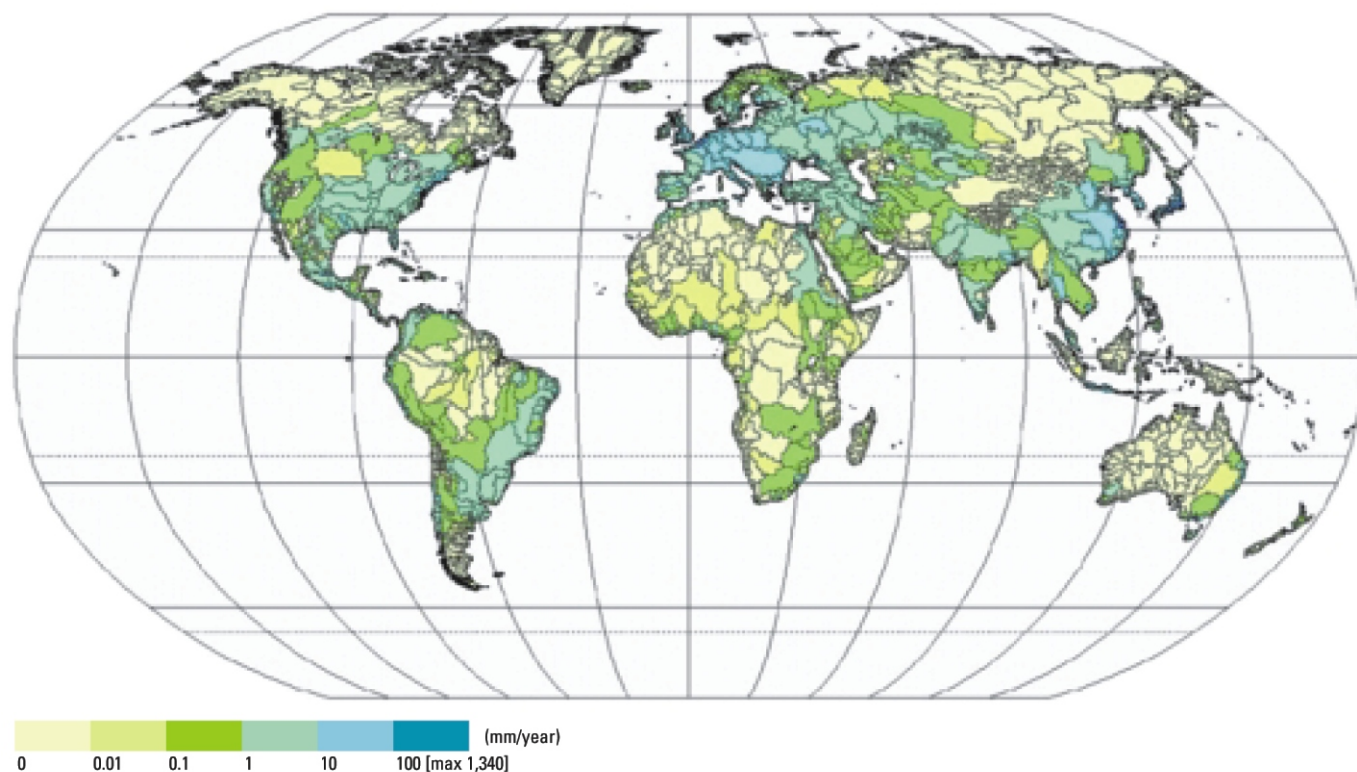
Los datos también indican el cambio en la DBO con el tiempo. La comparación de los datos de 1980 y de 1996 indica que, mientras la DBO para países de renta alta se ha reducido, la de los países de renta media y baja ha aumentado considerablemente. Los datos indican también que las contribuciones de dos países en vías de desarrollo, India y China, son estadísticamente significativas dentro del total. China contribuyó con el 32 por ciento, e India con el 8 por ciento de las emisiones mundiales estimadas de contaminantes orgánicos del agua, en 1996.

La comunidad internacional ha emprendido muchas acciones para limitar, inter alia, los impactos de la industria sobre el agua, que han conducido a acuerdos medioambientales multinacionales, como el Plan de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a actividades realizadas en tierra (GPA), el Plan de Acción del Mediterráneo (PAM), y los Convenios de Basilea y Estocolmo.

### Reducción del impacto de la industria a escala de cuenca

El mapa 9.1 muestra la distribución de las extracciones de agua para la industria manufacturera, por cuencas fluviales. Evaluar los problemas de demanda de este modo, en vez subdividirlos según las fronteras políticas, permite identificar y gestionar los riesgos y los conflictos transfronterizos, sobre la base de las unidades hidrológicas naturales. El mapa demuestra la correlación entre los niveles de extracciones industriales y las zonas de alta densidad de población; en particular, ciertas partes de la India, gran parte del este de China, la costa oriental de Canadá y Estados Unidos, buena parte de Europa y Rusia central, la cuenca del Nilo en África, y el Oriente Medio. Las masas de agua en muchas de dichas áreas sufren de estrés hídrico.

Mapa 9.1: Extracciones de agua para la industria manufacturera por cuencas



Este mapa demuestra la correlación entre los niveles de extracción industrial y las zonas de alta densidad de población, tales como India, el este de China y la costa oriental de Estados Unidos y Canadá.

Fuente: Mapa preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) por el Centro de Investigación Medioambiental, Universidad de Kassel, basado en datos de WaterGAP, versión 2.1.D.

### Cuadro 9.3. Convenio de cooperación para la protección y uso sostenible del río Danubio (Europa central y oriental)

En la cuenca del río Danubio, los acuerdos regionales de 1991 y 1994 han dado lugar al Convenio de Cooperación para la Protección y Uso Sostenible del Río Danubio o Convenio para la Protección del Danubio (DRPC). Se llevó a efecto en 1998, asegurando las bases legales para proteger los recursos hídricos, y ha sido ratificado por once partícipes: Alemania, Austria, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Moldavia, República Checa, Rumania y la Unión Europea (UE). El principal objetivo del convenio es la cooperación de las partes en la toma de las oportunas medidas técnicas, administrativas y legales, para mantener y mejorar las condiciones medioambientales y la calidad del agua del río Danubio y su cuenca. Esto incluye, entre otras medidas:

- la mejora y uso racional de las aguas superficiales y subterráneas;
- la reducción de la contaminación desde fuentes puntuales y no puntuales;
- la reducción de la carga de contaminantes que entra en el mar Negro; y
- la prevención de accidentes y las medidas de respuesta.

Los países del curso medio y bajo del Danubio con economías en transición (Bulgaria, Croacia, Hungría, Rumania y Eslovaquia) se enfrentan a graves problemas económicos y financieros para responder a los objetivos del convenio y para poner en práctica las medidas de reducción de la contaminación y de protección del medio ambiente, tales como la Directiva sobre Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), (CEE, 1996a), exigida para su incorporación a la Unión Europea.

Para ayudarles, el Programa de Reducción de la Contaminación en la cuenca del Danubio, financiado por el FMAM, identifica a las principales empresas manufactureras que contribuyen en mayor medida a la contaminación transfronteriza, predominantemente en forma de nutrientes y/o contaminantes orgánicos persistentes. Se identificaron ciento treinta de dichos “puntos calientes”. El proyecto de transferencia de tecnología respetuosa con el medio ambiente (TEST), que comenzó en 2001, trata de demostrar a empresas seleccionadas de esos países, que es posible respetar las normas medioambientales, al tiempo que mantienen o mejoran su posición competitiva.

Se han desarrollado indicadores de eco-eficacia (eficacia ecológica) como:

- Una herramienta de evaluación comparativa para ayudar a la industria a controlar, evaluar y mejorar su comportamiento financiero y medioambiental;
- Un paso hacia la introducción de la responsabilidad medioambiental y para una mayor difusión de la responsabilidad corporativa medioambiental;
- Un estímulo hacia el desarrollo, respaldo e implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (EMS).

El respaldo al EMS y, en último término, a la norma ISO 14001, demuestra el compromiso de una empresa de emprender las acciones necesarias para cumplir los requisitos legales y para hacer que la industria sea respetuosa con el medio ambiente, por medio de mejoras continuas en el comportamiento medioambiental, a través del uso responsable de la energía, el agua y las materias primas.

La sostenibilidad del programa TEST se asegura a través de dos objetivos de refuerzo de capacidades: la transferencia de la gestión medioambiental a la industria demuestra las ventajas económicas de cumplir las normas medioambientales y crea demanda para los servicios medioambientales. Dicha demanda se satisface gracias a las capacidades locales disponibles.



En la cuenca del Sena-Normandía, en la cual se concentra el 40 por ciento de la producción industrial francesa (véase capítulo 19), se ha establecido con éxito una estrategia, a escala de cuenca, para aliviar los impactos de la industria sobre el medio hídrico. La estrategia de gestión integrada cumple con la Directiva Marco Europea del Agua (WFD) que exige que los estados miembros preparen un plan de gestión del agua, por cuenca fluvial, para proteger los ecosistemas acuáticos, los recursos de agua potable y para el baño, sobre la base de un enfoque combinado que requiere tanto el control de la contaminación de las fuentes, como la fijación de objetivos de calidad del agua para el medio ambiente receptor.

Las acciones internacionales para hacer frente al estrés hídrico y a los problemas crónicos de calidad del agua a escala regional, han dado como resultado el desarrollo de acuerdos multinacionales que apoyan la creación de organismos permanentes para la planificación y gestión de una serie de ríos y cuencas transfronterizas. La ratificación del Convenio para la Protección del Danubio (DRPC) es un buen ejemplo (véase cuadro 9.3).

Otro ejemplo de acciones para prevenir futuros problemas graves de calidad del agua derivados de la actividad industrial, es el trabajo emprendido en la cuenca del mayor afluente del Danubio, el Tisza (véase cuadro 9.2).

Los países en vías de desarrollo tienen el reto y la oportunidad de aprovechar tales experiencias y fomentar los sistemas integrados de gestión de los recursos hídricos a escala regional. Un ejemplo relevante se puede ver en Sri Lanka (véase capítulo 18), donde la mayor parte del agua extraída se utiliza para la agricultura, pero donde el desarrollo industrial propuesto para aliviar la pobreza dará lugar a una rápida transformación socioeconómica y a una demanda de agua notablemente más alta. Actualmente, la escasez de agua es el mayor problema y los efluentes de aguas residuales han contaminado ya otras aguas y afectan al abastecimiento de agua doméstico. Es de esperar que la industrialización y la presión de la creciente población empeoren las condiciones actuales y amenacen al ecosistema, a menos que se planifiquen y se pongan en acción estrategias integradas de gestión, que incluyan planificación del territorio, mejora de las infraestructuras, desarrollo de marcos legales y reglamentarios y construcción de capacidades.

#### **Acciones regionales para hacer frente al impacto de la industria en las zonas costeras**

La concentración de industrias y población en las zonas costeras de muchos países en desarrollo y de economías en transición, en particular en los países tropicales en vías de desarrollo, ha hecho que aumente, en proporciones alarmantes, la destrucción de hábitats costeros importantes. Las descargas industriales tóxicas, los residuos urbanos sólidos y líquidos, la pesca destructiva, el aporte de sedimentos procedentes de actividades de construcción en tierra y de la construcción de presas, la conversión de marismas para acuicultura y agricultura, la extracción de coral, el relleno con arena y la canalización en humedales, el agotamiento de aguas subterráneas y la salinización de acuíferos, etc., están produciendo cambios a largo plazo, especialmente en la calidad de las aguas costeras. Esto afecta a la eficacia ecológica, a la sostenibilidad, a la productividad biológica y a la salud del medio ambiente, y

amenaza la capacidad de los ecosistemas costeros para mantener sus funciones primarias.

Las zonas costeras son especialmente vulnerables, ya que son un punto de recepción del flujo de contaminación transportado por el sistema fluvial, procedente de las actividades en tierra en las cuencas de los ríos. Las condiciones físico-químicas concretas que operan en la interfaz entre las aguas dulces y marinas, favorecen la concentración de gran cantidad de estos contaminantes. Sin embargo, los ecosistemas costeros forman un continuum con las cuencas fluviales, de manera que la gestión integrada de estas últimas proporciona beneficios importantes y tangibles a los sistemas costeros y a los medios de vida de quienes dependen de sus riquezas naturales (PNUMA, PAM, PAP, 1999).

La ONUDI ha reconocido la importancia de reducir las cargas de contaminantes que llegan a las zonas costeras procedentes de las industrias situadas en las cuencas fluviales, y ha adoptado la estrategia de prevenir o reducir la contaminación en la fuente, facilitando la introducción de las mejores prácticas medioambientales en las industrias más importantes de los países en desarrollo. La ONUDI también ha proporcionado asistencia técnica a algunos países en desarrollo en la cuenca del Golfo de Guinea, de África central y occidental, para la introducción y adopción de políticas y estrategias orientadas a la Gestión Integrada de Cuencas Fluviales (IRBM), y a la Gestión Integrada de Zonas Costeras (ICZM), para la protección y gestión de los recursos costeros y de agua dulce (véase cuadro 9.1).

#### **Mejoras locales de las prácticas industriales con beneficios mundiales/regionales**

Muchos países han incorporado el principio de prevención y el de “quien contamina paga” a la gestión del agua. Sin embargo, un gran número de países en desarrollo carecen de los recursos necesarios para una planificación preventiva o, incluso, para vigilar y hacer cumplir las normas de modo regular. Como resultado, la aplicación de estos principios, en el mejor de los casos, tiene sólo carácter de respuesta, a menudo frente a las preocupaciones y quejas de las comunidades locales. Esta situación es inadecuada porque:

- no evita el uso excesivo del agua o el deterioro de los recursos hídricos;
- sólo hace frente a la contaminación manifiesta, pero puede ignorar una parte importante, aunque “invisible”, de la misma;
- pueden producirse retrasos considerables entre la contaminación y su remedio;
- las autoridades responsables del agua pueden no tener la capacidad técnica necesaria para identificar a los contaminadores individuales o, en algunos países, la responsabilidad puede pertenecer o haber pasado al gobierno; y
- algunas comunidades no tienen acceso a la industria, debido, por ejemplo, a las fronteras políticas.

Por estas razones, los procedimientos para utilizar eficazmente el agua y eliminar las descargas de contaminantes se deben basar en el principio de precaución, comprometiendo positivamente a la industria en los objetivos del desarrollo sostenible. Esto exige

considerar los problemas de gestión del agua e implica lograr un consenso entre la comunidad, la industria y el gobierno, en las primeras fases del proceso de planificación e inversión. En la industria, es necesario incorporar a la gestión de la producción un conjunto de mejoras medioambientales, y combinarlas con el aumento de las capacidades técnicas, en todos los niveles.

En los países de renta alta, hace tiempo que se han incorporado métodos preventivos a la “caja de herramientas” del gestor de la producción, dado que todos los “inputs” de fabricación y las emisiones tienen implicaciones económicas. Esto no es así en los países en desarrollo y en los países con economías en transición. Las filiales de las multinacionales pueden beneficiarse de la transferencia interna de capacidades, mientras que las industrias locales ligadas a las cadenas de suministro transnacionales,

#### **Cuadro 9.4: Esquema de la industria regional africana del cuero y el calzado**

La fabricación de cuero es una fuente importante de ingresos en muchos países africanos, pero es también una causa importante de contaminación industrial. Los procesos de las tannerías consumen mucha agua y las residuales de dichas tannerías llevan grandes cantidades de productos químicos, así como de materia orgánica. Las tecnologías más limpias y las mejores prácticas de gestión y producción pueden ayudar a reducir el uso de agua y el consumo de productos químicos, así como la contaminación por aguas residuales. Sin embargo, el tratamiento de las aguas al final del proceso es esencial para prevenir el impacto medioambiental negativo de la industria del cuero.

La ONUDI viene ayudando a las industrias africanas del cuero en las últimas tres décadas y, desde 1988, ha proporcionado asistencia para el control de la contaminación a unas treinta tannerías de Etiopía, Kenia, Malawi, Namibia, Sudán, Uganda, Tanzania, Zambia y Zimbabue. Estas actividades confirman que una combinación de gestión de los residuos y de tecnologías más limpias (tales como curtido al cromo de alto agotamiento, depilado bajo en sulfuro, descalcado con dióxido de carbono, blanqueo en húmedo), hace que la industria del cuero sea más respetuosa con el medio ambiente, aumente su productividad, reduzca los costes, disminuya el consumo de agua, energía y productos químicos y mejore la imagen del fabricante entre los consumidores. Por ejemplo, utilizando tecnologías convencionales, hasta un tercio del cromo usado en el curtido termina en el efluente; con la tecnología de curtido al cromo de alto agotamiento, la carga de estos efluentes se reduce, porque el 90 por ciento del cromo se absorbe en el cuero. En consecuencia, se necesita menos cromo.

Se espera que los beneficios generales de estos proyectos se traduzcan en una reducción del consumo de agua y de los principales componentes de la carga de efluentes. Las pruebas obtenidas hasta la fecha indican que los valores de la demanda química de oxígeno (DOQ) y de la DBO se pueden reducir hasta en un 60 por ciento, mientras que los sólidos en suspensión, el cromo y los sulfuros se pueden reducir en más del 90 por

ciento. En una tannería de Etiopía, la introducción de una mejor gestión durante la producción, incluyendo mejores procedimientos de control, redujo el consumo total de agua en más del 14 por ciento.

El tratamiento del agua al final del proceso constituye una última, pero importante, estrategia de reducción. Mejorar o instalar métodos de tratamiento y de creación de capacidades para vigilar el proceso de tratamiento de efluentes, es un elemento muy importante en la mayoría de los proyectos.

También se han desarrollado nuevos métodos de tratamiento de efluentes y de reducción de residuos sólidos. En la Zimbabue Bata Shoe Company, se ha ensayado con éxito un digestor anaeróbico de lodos de tannería a pequeña escala. Los resultados confirman la factibilidad de instalar un equipo capaz de manejar 150 m<sup>3</sup> de lodos por día, sin dejar ningún residuo sólido, pero generando biogás que puede utilizarse como fuente de energía. Las aguas residuales de tannerías se recogen en un pequeño estanque y desde allí se descargan gradualmente en otro más grande, donde se desarrolla el alga *Spirulina algae* a partir de lo que queda de la carga de contaminantes del efluente, convirtiendo el estanque en un medio ambiente natural idóneo para peces, ranas y otros tipos de vida acuática.

En las dos últimas décadas, la contaminación creciente producida por el hombre y la industria en el Lago Nakuru en Kenia ha dado lugar a un deterioro importante de la calidad del agua y a un fuerte descenso de la población de flamencos. Las tannerías Nakuru, situadas junto al Parque Natural del Lago Nakuru, que son grandes exportadores de productos de cuero, se han unido a los esfuerzos para controlar la contaminación en la zona, y la producción más limpia y el tratamiento de los efluentes han conseguido reducciones sustanciales de los indicadores de contaminación. En 1998, los flamencos comenzaron a volver al lago en gran número y la mayoría de los científicos opina que, en buena parte, se debe a los esfuerzos de la tannería para controlar la contaminación.

pueden verse obligadas contractualmente a adoptar tales mejoras. En muchos países, esto representa una proporción relativamente pequeña del esfuerzo industrial nacional. Por esta razón, se han hecho considerables esfuerzos por parte de ciertos países y sus socios internacionales de desarrollo, para transferir una producción más limpia, los sistemas de gestión medioambiental y la aplicación de las mejores prácticas disponibles, al gobierno y a la industria, en todos los niveles.

Las metodologías de producción más limpias intentan mejorar los ciclos de fabricación de la industria, a fin de:

- reducir significativamente las emisiones industriales;
- conseguir una producción más eficaz, con un descenso considerable en el consumo de materias primas; y
- mejorar la calidad del producto.

En esta línea, una producción más limpia proporciona una serie de incentivos comerciales clave para que las compañías consideren los beneficios medioambientales, aun cuando los mecanismos reguladores sean débiles.

La construcción de capacidades en las metodologías de producción más limpias se obtiene por medio de demostraciones o de proyectos sectoriales, a menudo como parte de programas integrados de apoyo industrial a los países miembros. La ONUDI y el PNUMA han creado conjuntamente una red mundial de Centros Nacionales de Producción más Limpia (NCPC). Más de veinte están en funcionamiento en todo el mundo, y se van a crear más. Los centros proporcionan asistencia técnica práctica y formación a los gestores industriales, ayudando a los proveedores de servicios y al personal de los organismos reguladores. Además, los alumnos se benefician del acceso a la información y a la experiencia obtenida en otros centros de la red mundial y en otras instituciones de todo el mundo.

Un ejemplo del éxito de la promoción y difusión de tecnologías más limpias son los resultados alcanzados en África en los proyectos de la industria del cuero y el calzado (véase cuadro 9.4). Las mejoras en cuanto a la reducción de la demanda de agua y la mejor calidad de los efluentes, confirman que la combinación de tecnologías limpias y gestión de residuos hace que la industria del curtido sea más respetuosa con el medio ambiente, aumente su productividad, reduzca sus costes gracias al menor consumo de agua, energía y productos químicos, y

### Cuadro 9.5. Importantes ganancias debidas a la producción más limpia de alimentos en Vietnam

El desarrollo constante de una producción limpia ha dado unos impresionantes rendimientos económicos y medioambientales a la Thien Huong Food Company, que le han permitido multiplicar por diez la inversión inicial de 62.000 dólares.

La compañía, una de las mayores fabricantes de alimentos de la ciudad de Ho Chi Minh, se enfrentó a un doble reto en 1998. La dirección se encontraba bajo una presión creciente para mejorar los resultados económicos de la compañía. Al mismo tiempo, se la había señalado como la mayor contaminadora de una gran área residencial, entrando en el “libro negro” de las autoridades municipales del medio ambiente.

El mismo año, Thien Huong se unió a un proyecto de la ONUDI para una producción más limpia, realizado en cooperación con el departamento local de ciencia, tecnología y medio ambiente. Se creó un equipo de trabajo liderado por el director de producción. Asistido por expertos internacionales y locales, el equipo llevó a cabo un análisis en profundidad de los residuos generados en las distintas fases de la producción de tallarines instantáneos, el producto más importante de la empresa. El propósito era encontrar vías para reducir la carga de contaminación, cambiando o ajustando el proceso de fabricación.

El escrutinio dio como resultado 62 opciones para una producción más limpia. De ellas, se seleccionaron 24 para ejecución inmediata, en su mayoría de poco o ningún coste, y apoyadas por:

- una estrecha vigilancia de los inputs de producción, incluidos material, agua y energía;
- la introducción de un sistema de incentivos en los talleres para lograr una utilización de recursos más eficaz.

En diciembre de 1999, el volumen de residuos de la fábrica se había reducido en un 68 por ciento, con una reducción paralela del 35 por ciento de la contaminación orgánica, así como una disminución significativa de las emisiones de gases.

Igualmente convincentes fueron los beneficios económicos. Aunque la aplicación de las 24 opciones supuso un coste de 62.000 dólares para la compañía, el ahorro conseguido alcanzó la cifra de 663.700 dólares. Además del ahorro de costes, la producción más limpia mejoró la calidad y consistencia de los productos, aumentó la duración de los mismos y contribuyó a aumentar la capacidad de producción en un 25 por ciento.

## Cuadro 9.6: Eliminación de obstáculos para una minería artesanal del oro más limpia

En las últimas décadas, las actividades de minería artesanal del oro han aumentado continuamente y ahora suponen aproximadamente un cuarto de la producción total de oro en el mundo. La fiebre del oro en el sector artesanal continúa, a pesar del bajo precio actual. En muchos países en vías de desarrollo, la minería artesanal del oro ha llegado a ser una importante válvula de seguridad, que amortigua los peores efectos del ajuste estructural, de la recesión y de la sequía, proporcionando a los habitantes de las zonas rurales una vía alternativa para asegurar sus medios de vida.

Sin embargo, la situación del agua que resulta de la minería del oro a pequeña escala, a lo largo de los ríos, ha dado lugar a una disminución de la población de peces y ha hecho que el agua no sea apta para el consumo humano, en regiones donde este recurso era ya escaso.

La mayoría de los mineros que trabajan a pequeña escala utiliza el método de amalgamación con mercurio para preparar los concentrados finales de oro. El mercurio es una de las sustancias más tóxicas del mundo, con efectos a largo plazo y de largo alcance, y causa daños importantes al medio ambiente y a la salud de las personas que lo manejan. El mercurio vertido en los cursos de agua viaja largas distancias, pudiendo transformarse, por medio de microorganismos, en formas más tóxicas (metil-mercurio), que entran en la cadena alimentaria.

Se estima que son necesarios de 2 a 5 gramos de mercurio para producir 1 gramo de oro y que, con los métodos utilizados actualmente, todo este mercurio se vierte en el medio ambiente. Además del mercurio desechado o vertido directamente en las corrientes y ríos durante el proceso de amalgamación, un volumen considerable de vapor de mercurio se libera cada año a la atmósfera. Gran parte de este mercurio retorna rápidamente a los ecosistemas fluviales con la lluvia.

El impacto medioambiental resultante de la utilización de mercurio por el sector de la minería artesanal exige respuestas coordinadas y concertadas, a escala mundial. En los últimos años, la ONUDI ha desarrollado proyectos para abordar el problema en Gaza, Filipinas, Tanzania y Zimbabue. A través de campañas de formación, se informa a los mineros de los peligros del mercurio, se les adiestra en minería y prácticas de tratamiento mejoradas, y se les concientiza de la necesidad de proteger los recursos hídricos, tanto para su propio uso como para uso de las comunidades que viven aguas abajo. Se demuestran in situ técnicas alternativas de amalgamación más limpias, y la tecnología se transfiere después a los fabricantes locales. Se han adoptado retortas que permiten el reciclado del mercurio durante el proceso de quemado, reduciendo así la emisión al medio ambiente y el consumo total de mercurio. Se mejora también la capacidad de los laboratorios locales para vigilar el impacto sobre la salud humana y sobre el medio ambiente, producido por la actividad minera en los ríos. La ONUDI ayuda también a los gobiernos en el desarrollo de programas de vigilancia y cumplimiento de las normas.

La ONUDI ha obtenido recientemente financiación del FMAM para un proyecto a escala mundial para hacer frente a la contaminación por mercurio, causada por las actividades mineras a pequeña escala llevadas a cabo en Brasil, Indonesia, Laos, Sudán, Tanzania y Zimbabue, y para tratar de reducir los riesgos relacionados con la minería en masas de agua internacionales, como el lago Victoria, los ríos Amazonas, Mekong, Nilo y Zambeze, y el mar de Java. El interés de este proyecto mundial radica en el intercambio de experiencias entre los países y en facilitar la transferencia de tecnología. El proyecto reducirá la carga medioambiental de la minería artesanal del oro en los cursos de agua y los efectos en la salud pública, mientras que, al mismo tiempo, se mejoran las aptitudes y los ingresos de los mineros a pequeña escala.

mejore la imagen del fabricante. El agua ahorrada de este modo puede destinarse a otros usos, mientras que la mejor calidad del agua restaura el funcionamiento del ecosistema y los recursos de agua potable.

Una experiencia similar en empresas procesadoras de alimentos en Vietnam indica que se pueden alcanzar reducciones significativas en el consumo de agua y en las emisiones introduciendo métodos de producción más limpios en las primeras etapas, a menudo con una inversión de capital pequeña o incluso nula, (véase cuadro 9.5).

La introducción de tecnologías limpias en la minería artesanal del oro (véase cuadro 9.6), es un ejemplo de acción para hacer frente a los problemas locales de contaminación del agua, cuando el riesgo es menos obvio para la industria y las comunidades afectadas. Mejorando el control del mercurio en el proceso de amalgamación del oro se reduce el consumo y se disminuye significativamente el vertido de mercurio al medio ambiente, reduciendo los riesgos tanto para la salud humana como para la del ecosistema.

## Recomendaciones para futuras estrategias de desarrollo

Entre los requisitos y recomendaciones para acciones e iniciativas futuras, a escala mundial, se pueden citar:

- desarrollar indicadores de consumo de agua más sólidos basados en estadísticas verificables, para ayudar a la identificación de problemas clave y áreas de interés;
- incluir indicadores de eficiencia del agua industrial, reutilización y reciclado del agua, junto con los de estrés hídrico;
- desarrollar indicadores más sólidos de la calidad del agua, incluyendo otros parámetros además de la DBO;
- centrar la acción mundial en la mejora de los resultados industriales en relación con el agua, en los países que tienen mayor riesgo de escasez y conflictos de uso; e
- identificar las tecnologías existentes y desarrollar nuevas tecnologías de uso para la mejora de los resultados relacionados con el agua en los sectores clave industriales, tales como procesado de alimentos, e industrias de la madera y textiles.

Regionalmente, las acciones e iniciativas futuras deben centrarse en:

- desarrollar esquemas de gestión cooperativos y consensuados, así como acuerdos multinacionales para proteger las cuencas fluviales, las aguas transfronterizas y las masas de agua separadas de los centros industriales;
- favorecer la gestión de la demanda de agua en la industria y planificar y regular las inversiones;
- centrar las estrategias de industrialización en los sectores apropiados, en función de la disponibilidad regional de recursos hídricos;
- establecer una gestión y vigilancia del agua sostenibles, para poder aplicar el principio de precaución y reconocer que los remedios suponen costes notablemente mayores; y
- difundir y promover el principio de precaución en la industria como motor económico del cambio.

Localmente, se recomienda que las futuras acciones e iniciativas se centren en:

- identificar elementos positivos y beneficios económicos para comprometer a la industria en una gestión medioambiental activa;
- desarrollar acuerdos voluntarios y consensuados entre la industria, sus autoridades reguladoras y las comunidades de su alrededor, para llevar a cabo un diálogo equilibrado sobre el uso del agua;
- identificar las necesidades de recogida de datos y desarrollar indicadores sensibles, que sean útiles para la industria y para sus reguladores; y

- desarrollar iniciativas para una producción más limpia, adoptando tecnologías nuevas y eficaces respecto al agua.

## Conclusiones

Actualmente, la industria utiliza alrededor del 20 por ciento del agua dulce extraída en el mundo, lo que corresponde a unos 45 litros por día y persona. La globalización, acompañada del traslado de industrias desde los países de renta alta a los de renta baja, está creando una gran demanda de agua, lejos de los sitios donde ésta abunda, y a menudo en zonas urbanas. Además, los países de renta baja obtienen un menor valor por metro cúbico de agua utilizada, que los países de renta alta, y el crecimiento económico de los países de renta baja, media-baja y media-alta parece que se ha conseguido, en gran parte, con un mayor consumo, sin que haya aumentado significativamente la eficiencia respecto al agua.

La información sobre la degradación de la calidad del agua, debida a la industria, viene dada por las emisiones de contaminantes orgánicos del agua; la comparación de los datos de 1980 y 1996, indica que, aunque las cargas para la DBO en los países de renta alta se han reducido, en los países de renta baja y media han aumentado considerablemente.

## Panorama de los avances logrados desde Río

### Acción acordada

### Progreso desde Río

Preocupación creciente, y concienciación, sobre la necesidad y los efectos de la industria en los recursos hídricos

Promover el tratamiento, reciclado y reutilización segura de las aguas residuales industriales

Desarrollar tecnologías limpias, incluyendo control de las descargas de residuos industriales

Insatisfactorio

Moderado

Satisfactorio

## Referencias

Alcamo, J.; Döll, P.; Henrichs, T.; Lehner, B.; Kaspar, F.; Rösch, T.; Siebert, T. (en prensa). 'WaterGAP: Development and Application of a Global Model for Water Withdrawals and Availability'. *Hydrological Sciences Journal*.

Banco Mundial, 2001. *Indicadores Mundiales del Desarrollo*. Washington DC. Disponible en CD-ROM.

CEE (Comunidad Económica Europea). 2000. *Directiva Marco en el Campo de la Política del Agua (Marco del Agua)*. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 octubre 2000, que establece un marco para la acción de la CCE en la política del agua [Diario Oficial L 327, 22.12.2001].

. 1996a. *Directiva del Consejo 96/61/EC sobre la Prevención y Control Integrados de la Contaminación (Directiva IPPC)*.

. 1996b. *Directiva Seveso II: Directiva del Consejo 96/82/CE sobre el Control de Peligros de Grandes Accidentes en que intervienen Substancias Peligrosas*.

Döll, P.; Kaspar, F.; Lehner, B. (en prensa), 'A Global Hydrological Model for Deriving Water Availability Indicators: Model Tuning and Validation'. *Journal of Hydrology*.

Döll, P. y Siebert, S. 2002. 'Global Modeling of Irrigation Water Requirements'. *Water Resources Research*, vol. 38, nº. 4, págs. 8.18.10, DOI 10.1029/2001WR000355.

Kroetz, C. y Seitzinger, S.-P. 1998. 'Nitrogen Inputs to Rivers, Estuaries and Continental Shelves and Related Nitrous Oxide Emissions in 1990 and 2050: A Global Model'. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 52, págs. 195212.

Ministerio Federal del Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, y Ministerio Federal para Cooperación Económica y Desarrollo 2001. *Declaración Ministerial, Claves de Bonn, y Recomendación para la Acción de Bonn*. Resultados de la Conferencia Internacional sobre Agua Dulce celebrada en Bonn, 37 diciembre 2001.

NU (Naciones Unidas). 1992. *Agenda 21: Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible*. Resultado Oficial de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED), 314 junio 1992. Río de Janeiro.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 1988. *Decisión-Recomendación del Consejo referente al suministro de información al público y participación pública en los procesos de toma de decisiones en relación con la prevención de, y respuesta a,*

accidentes en que intervienen sustancias peligrosas. C(88)85/Final. ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). 2002. *Developing Countries' Industrial Source Book*. Primera edición. Viena.

. 2001. *Integrated Assessment, Management and Governance in River Basins, Coastal Zones and Large Marine Ecosystems*. UNIDO Strategy Paper. Viena.

PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 1997. *Implementación de los acuerdos de Río: Una guía de la División de Energía y Medio Ambiente Sostenibles del PNUD*, sección 2.1. Nueva York.

PNUMA/PAM/PAP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Plan de Acción del Mediterráneo/Programa de Acciones Prioritarias). 1999. *Conceptual Framework and Planning Guidelines for Integrated Coastal Area and River Basin Management*. Split, Priority Actions Programme. Nairobi.

Shiklomanov, I.-A. 1999. *World Water Resources and Their Use*. San Petersburgo, Instituto Estatal Hidrogeológico, parte del Programa Internacional Hidrológico de la UNESCO. San Petersburgo.

UNDESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas). 1997. 'Cumbre de la Tierra+5'. Documento presentado a la Sesión Especial de la Asamblea General para Revisar y Evaluar la Implementación de la Agenda 21, 2327 junio. Nueva York.

Vassolo, S. y Döll, P. (en preparación). *Development of a Global Data Set for Industrial Water Use*. Universidad de Kassel, Centro de Investigación de Sistemas Medioambientales

. 2002. *Industrial Water Use: A New Global Data Set*. Poster presentado en la Conferencia de la Sociedad Europea de Geofísica, abril. Niza.

## Algunos sitios web útiles\*

### **Banco Mundial. Nuevas ideas para la reducción de la contaminación (NIPR)**

<http://www.worldbank.org/nipr/>

Fuente primaria para materiales producida por el Proyecto de Economía del Control de la Contaminación Industrial, del Banco Mundial.

### **Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Resúmenes de desarrollo industrial**

<http://www.unido.org/IDA.htmls>

Fuente de información de las actividades de ONUDI para ayudar a los países en desarrollo en la industrialización. Resúmenes indizados de la documentación de ONUDI y descripción de los estudios e informes más importantes.

### **Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) . Sección de producción más limpia**

<http://www.unido.org/en/doc/5151/>

Presentación de documentos y proyectos relacionados con la producción más limpia

### **Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial/Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (ONUDI/OCDE). Estadísticas industriales**

<http://www.unido.org/en/doc/3474/>

Bases de datos, publicaciones, estadísticas industriales de los países, recopiladas por la ONUDI con la ayuda de la OCDE.

### **Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA). Actividades de producción más limpias**

<http://www.uneptie.org/pc/cp/>

Información sobre producción y actividades relacionadas del PNUMA

\* El último acceso a estos sitios fue el 6 de enero de 2003