

SOLO PARA PARTICIPANTES

DOCUMENTO DE REFERENCIA  
DDR/004-TA  
10 de julio de 1996

ORIGINAL: ESPAÑOL



**C E P A L**

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

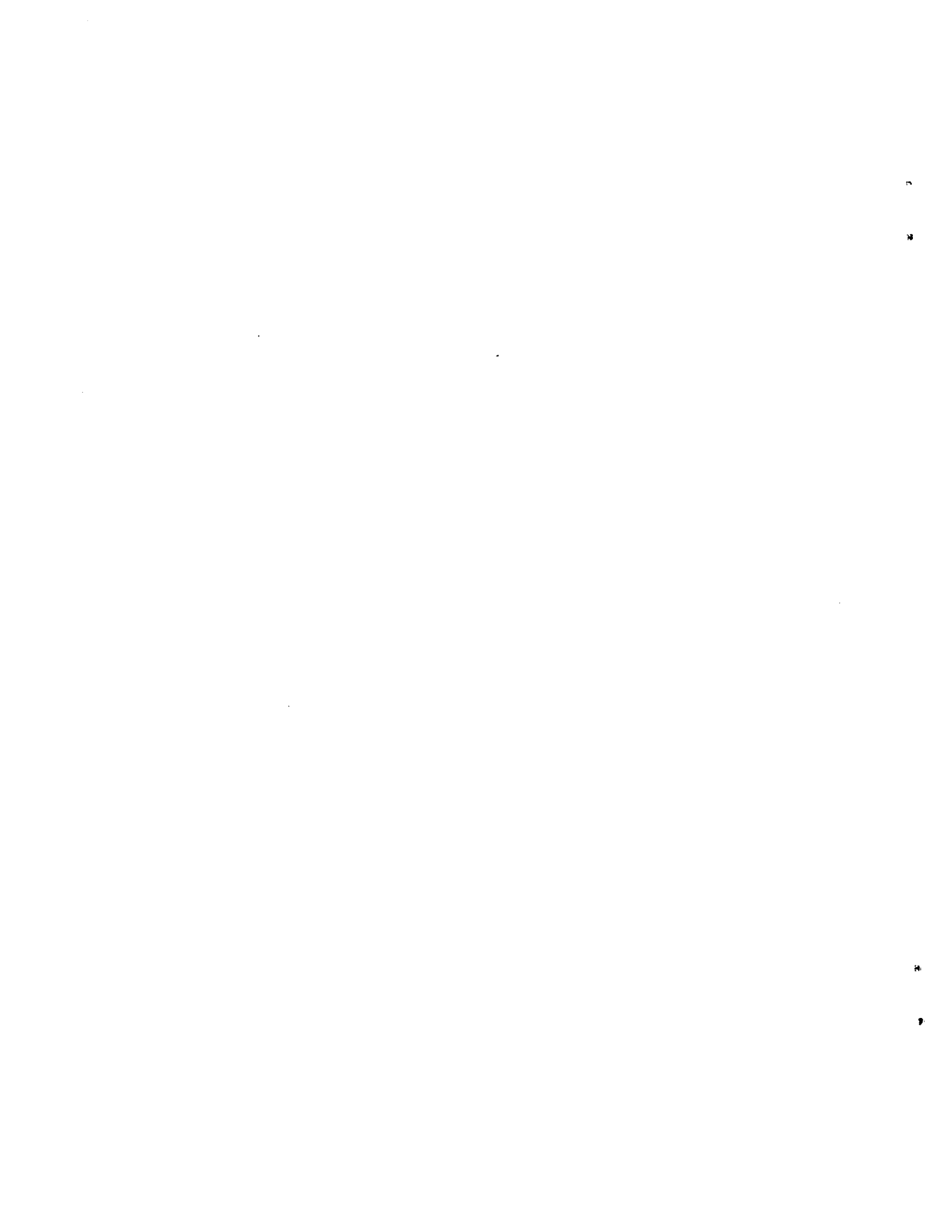
Taller Regional sobre el Libro-Síntesis del Proyecto  
"Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de  
Residuos sólidos urbanos e industriales"

Santiago de Chile, 5 al 7 de agosto de 1996

**MINIMIZACION EN LA GENERACION DE RESIDUOS  
EN BASE A LA APLICACION  
DE TECNOLOGIAS LIMPIAS \*/**

\*/

El presente documento ha sido preparado por el señor Claudio Friedmann W. de la Fuente, Experto Principal del proyecto "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos", fase III, el cual se encuentra adscrito a la Unidad de Medio Ambiente de la División de Medio Ambiente y Desarrollo. Este proyecto es ejecutado por la CEPAL y cuenta con la colaboración y el aporte financiero de la República Federal de Alemania, por intermedio de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Las opiniones expresadas en este trabajo, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.



## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.	El objetivo final es impedir la generación de residuos	2
a)	Reducción	3
b)	Reutilización	3
c)	Reciclaje	3
d)	Concentración	4
<b>II.</b>	<b>TECNOLOGIAS DESTINADAS A LA MINIMIZACION DE RESIDUOS</b>	<b>4</b>
1.	Tecnologías limpias, rentabilidad y competitividad	5
<b>III.</b>	<b>LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL</b>	<b>8</b>
<b>IV.</b>	<b>MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA REGION</b>	<b>10</b>
1.	Aluminio argentino	11
2.	Recuperación de residuos en la minería	12
3.	Industria pesquera en Chile y Perú	13
4.	Curtiembres en Colombia: la experiencia de Propel	14
a)	Los resultados esperados del programa de ecoeficiencia según Propel serían	15
b)	Soluciones e Implementación	15
5.	Reciclaje de basura domiciliaria	16
6.	Recuperación de Metales	18
<b>V.</b>	<b>MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>19</b>
1.	Etapas del Plan de Minimización	21
2.	Auditoría Ambiental de residuos y emisiones destinada a optimizar la minimización	25
3.	Las "Buenas Prácticas"	28
<b>VI.</b>	<b>POLÍTICAS PÚBLICAS DIRIGIDAS A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>31</b>
<b>VII.</b>	<b>ALGUNAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>35</b>
	Notas	37

## I. INTRODUCCION

Las definiciones de los residuos son muy variadas. Según PORTA, LÓPEZ-ACEVEDO Y ROQUERO (1994) residuo se define como "Un material generado en actividades de producción y consumo que, en el contexto en que se produce, no alcanza ningún valor económico, por falta de una adecuada tecnología o por la inexistencia de un mercado.

Según la FAO (1982) se han hecho numerosas propuestas para definir lo que es residuo. Diferentes puntos de vista dan pie para diversos tipos de clasificación. En el caso del guano, por ejemplo, no se puede considerar como residuo cuando se esparce sobre la superficie del suelo en un ciclo de producción regular; pero el excremento de ganado se considera como residuo cuando se produce en un lugar inconveniente y hasta puede llegar a ser nocivo. Por lo tanto, se entiende que lo que para algunos es residuo, para otros puede ser muy útil.

Si sobre las definiciones hay discrepancias no las hay sobre la importancia creciente del tema y en la necesidad de eliminar, disminuir o encontrar clientes para aquello que hoy es inútil, de manera de minimizar los residuos.

La diferencia en la sola agroindustria chilena entre las materias primas ingresadas y los productos finales, ascendía en 1990 a 1,245 millones de toneladas! (CORFO, "Estudio de Agroindustrias para la formulación de políticas, 1991).

La protección del medio ambiente exige minimizar los residuos que en definitiva se incorporan a la naturaleza y que fuerzan la capacidad de esta para absorberlas. Para obtener esta minimización es necesario contar con políticas de disminución del consumo de energía y de aguas, de consumo de insumos peligrosos, de mejoramiento y selección de procesos, de ordenamiento territorial, de capacitación y educación ambiental, y también de fortalecimiento a nivel institucional.

En el área industrial, el Estado debería desarrollar políticas de control de la contaminación que incluyen:

- desarrollo de capacidades y acciones en sus instituciones de promoción, para actuar como interlocutor válido entre el sector industrial y el sector público regulatorio y fiscalizador;
- incentivar la incorporación de tecnologías de producción "limpia" en la industria;
- colaborar participando en forma informada en el proceso de formulación de normas de calidad ambiental y de emisión;
- formular planes de prevención de la contaminación y de acción frente a episodios y emergencias;
- colaborar en la formulación de planes de descontaminación de áreas saturadas;

▲

■

■

■

•

•

•

•

- aportar elementos a una política de ordenamiento territorial destinada a prevenir el nacimiento de áreas "desastrosas" (Riachuelo, Talcahuano, Oroya, Cubatao, etc.).

Una aplicación sistémica de estas políticas, lleva a la minimización de residuos, y en consecuencia a mayor protección del medio ambiente y de la salud de sus habitantes, aspectos fundamentales de un real avance económico-social.

Contaminar es generar residuos y generar residuos es desaprovechar materia prima que no es utilizada en los procesos productivos. Mientras más ineficiente es un proceso productivo, más lejana a la unidad es la relación entre lo que entra y lo que sale.1/

Concretamente, hablar de minimización de residuos implica hablar de mecanismos mediante los cuales los procesos productivos e incluso las personas se valen para evitar o reducir la generación de desechos y efluentes.

Un ejemplo elemental: en el funcionamiento interno de una oficina, muchas veces los empleados se comunican utilizando memorándums. Y muchas veces también podría reducirse o evitarse el uso de estos papeles gracias a la comunicación verbal, electrónica o la circulación del documento.

En los procesos productivos ocurre algo similar y se puede actuar si se tienen claras las prioridades y se asignan los recursos para asegurarlas.

#### 1. El objetivo final es impedir la generación de residuos.

Mientras no dispongamos de tecnologías económicamente viables para alcanzarlo, (en los casos en que ello sea posible), trabajamos con otras opciones.

Estas serían:

- a) Reducción,
- b) Reutilización,
- c) Reciclaje, y
- d) Concentración

Y ello durante todo el ciclo de vida del Proyecto (cuadro 1/).

#### a) Reducción

Dentro de las empresas, la forma óptima y cada vez más exigida por las regulaciones de minimizar residuos es evitar su generación en la fuente, sustituir productos peligrosos por otros que sean confiables, optimizar el uso de recursos energéticos y materias primas, reincorporar al proceso los efluentes, cerrando en consecuencia las líneas. Luego de agotar las medidas preventivas,

existiría la posibilidad de reducir a la mínima expresión la generación de residuos, ya sea en volumen como en grado de peligrosidad. Ello se logra mediante la optimización de los procesos productivos y el cambio de hábito de los operadores. Otra alternativa, más costosa, es la adquisición de nuevas tecnologías limpias y/o amigables. Esta es la mejor opción sin embargo para las nuevas empresas industriales o para sus frecuentes reinstalaciones en nuevos emplazamientos.

#### b) Reutilización

Dependiendo del tipo de proceso o producto, este impone condiciones técnicas que no permiten reducciones en los efluentes. Al no poder actuar directamente sobre el proceso productivo, deberá estudiarse la factibilidad de reutilizar algún residuo como materia prima en el mismo u otro proceso, con el propósito de recuperar la energía y los materiales de valor contenidos en el desecho. Existen variados ejemplos: uno de interés es el practicado en laboratorios fotográficos de Canadá y por esta vía en México, que controla la calidad del efluente recuperando los reactivos. La agroindustria es rica en experiencias exitosas tanto de reutilización como de reciclaje; la industria IANSA en Chile, fue planificada y evaluada ya en la década de los 50, considerando el aprovechamiento del residuo de la producción de azúcar de remolacha en alcoholes y alimentación de ganado.2/

#### c) Reciclaje

Tras analizar minuciosamente si ninguna de las vías anteriores de minimización es posible de llevar a cabo, cabría la opción de reciclar los residuos. Este proceso puede realizarse al interior de la misma planta industrial o en otras instalaciones, ya que frecuentemente implica algún proceso anexo. En el caso de los desechos domiciliarios, existen países desarrollados donde el reciclaje está muy avanzado y organizado a nivel de comunas, como es el caso de Suecia, Alemania y otros países europeos. Ellos cuentan con una cultura de separación en el origen y con una calidad más variada de residuos domiciliarios. En América Latina estos son fundamentalmente orgánicos. El papel y vidrios, la chatarra metálica, los neumáticos viejos y los plásticos en menor medida son reciclados a través de estructuras informales que actúan para su obtención in situ. De igual forma se procede con los elementos metálicos en desuso (chatarra de fierro, cables eléctricos y telefónicos, baterías de plomo). Su reciclado genera efluentes y emisiones, pero evita las frecuentes e incontrolables emisiones difusas.

Existe una tendencia creciente desde la óptica de las personas a preferir los productos reciclados. Las megaciudades por su parte estimulan la participación de los recién llegados en la recolección de materias que se reciclan, cada vez mas variadas; las botellas, los cartones, las radiografías y los aceites de motor usados son ejemplos en este sentido.



#### d) Concentración

Agotados todos los anteriores caminos, deberá trabajarse con el concepto de concentración del residuo, es decir, los residuos no aprovechables compactarlos vía, por ejemplo, deshidratación, mediante prensado o centrifugado.

Finalmente, se debe considerar que los residuos en algunos casos previamente sometidos a tratamiento, deben ser transportados con las debidas precauciones y depositados en un lugar que no dañarán al medio ambiente. Para ello se practicarán procesos de inertización u otros y se depositarán segradamente.

## II. TECNOLOGÍAS DESTINADAS A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Para lograr la reducción, reutilización, reciclaje o concentración de los residuos, es necesario aplicar tecnología ambiental o ecológicamente racional. Estas tecnologías "protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, utilizan todos los recursos en forma más sostenible, reciclan una mayor porción de sus desechos y productos y tratan los desechos residuales en forma más aceptable que las tecnologías que han venido a sustituir".<sup>3/</sup>

Para lograr la minimización de residuos podemos valernos de variadas tecnologías.

Dependiendo del proceso, si queremos reducir y recuperar recursos o energía, podemos utilizar la incineración, la oilificación, la biodescomposición, la clasificación y la refusión de derivados del petróleo.

Si sólo pretendemos reducir los desechos, podemos recurrir a otras tecnologías como son: deshidratación, secado, neutralización, fusión a temperatura, extracción y tratamiento químico, molienda, y compactación.

Dependiendo de los objetivos, en cada caso de tecnología aplicada se ocupan métodos e instalaciones específicos. Tomemos un ejemplo: Se utiliza como tecnología la incineración para lograr dos objetivos: la reducción de residuos y la estabilización, al mismo tiempo que la recuperación de energía en forma de calor. En este caso, es posible utilizar dos métodos, respectivamente, el tipo mecánico (stoker, rotary kiln) o el tipo lecho fluidizado. Así, es posible utilizar dos tipos de instalaciones, es decir, el incinerador para residuos sólidos o el incinerador para RILES. (Fuente: Susumu SHIMURA, JICA).

Así como Japón, los países desarrollados perfeccionan y promueven posibilidades de minimización de residuos. Es el caso de Francia donde circula hace varios años una "Guía para la eliminación y la valorización de desechos industriales".

Un ejemplo de las formas de tratar con los residuos se cita a continuación. Nos referimos al caso de la industria del procesamiento animal y la de fabricación de cueros.

El impacto ambiental de sus operaciones es considerado una consecuencia inevitable; la carga de los efluentes líquidos de las curtiembres es producto de la materia prima utilizada y de los insumos químicos. Hay impactos ambientales físicos, químicos y biológicos. Además, el proceso de curtido es intensivo en el uso de agua. El consumo promedio por kg de piel curtida puede variar en 25 lt/kg para tecnologías aparentemente similares.

Donde existen numerosas curtiembres cercanas tiene sentido económico operar un sistema de tratamiento conjunto. El costo de la unidad de tratamiento es más bajo y un mayor número de profesionales estarán interesados en operar la planta. El gran volumen de los efluentes sirve para amortiguar y equalizar las variaciones de los flujos provenientes de cada curtiembre.

Para una curtiembre localizada en un país con espacio, donde hay lugar para lagunas, éstas son el mejor medio económico para el tratamiento de efluentes y reducción de los lodos. La eliminación vía, primero, cuidadosa dosificación y luego "end of pipe" de los metales pesados, sigue siendo una condición "sine qua non". En las áreas urbanas, donde el espacio es escaso, se necesitan medios más sofisticados con el fin de producir efluentes que puedan ser dispuestos en los alcantarillados municipales. Los olores y ruidos requieren también de medidas especiales. En lugares donde las curtiembres operan muy cercanas, un tratamiento de efluentes común ofrece ventajas definitivas.<sup>4/</sup>

#### 1. Tecnologías Limpias, Rentabilidad y Competitividad

Los sectores industriales que presentan mayores complejidades para incentivar el uso de tecnologías limpias son aquellos sectores con rentabilidades decrecientes, con escasas posibilidades de reinvertir, sujetos a una fuerte competencia que se traduce en dificultades para obtener recursos para modernizarse con el empleo de tecnologías limpias.

Existen además tecnologías limpias que se aplican hoy a escala mayor que la requerida por el mercado local, ellas contribuyeron a estimular la concentración industrial en aquellos países que elevaron los niveles de exigencia de sus normativas ambientales. Ejemplos opuestos de disminución rentable de escala de producción en el sector siderúrgico se están presentando con éxito en USA. Sin embargo, cada vez más se concibe como una asociación virtuosa y obligatoria, la asociación entre tecnologías limpias, rentabilidad y competitividad.

No cabe otra elección. El consumidor de países desarrollados exige, y el de la Región exigirá, amigabilidad con el ambiente.

El Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable, que hoy tiene filiales en casi todos los países del mundo, dice que más que "tener interés" en proteger el medio ambiente y el bienestar de las generaciones futuras, lo importante es darse cuenta de que hacerlos es una necesidad y hasta una oportunidad. Así lo demuestran las siguientes tendencias:

- los clientes solicitan productos más "limpios";
- las compañías de seguros prefieren prestar dinero a las empresas que previenen la contaminación;
- los empleados, especialmente los mejores y los más capaces, prefieren trabajar para empresas ambientalmente responsables;
- las normas se están haciendo más numerosas y exigentes;
- los nuevos instrumentos económicos están compensando a las empresas ambientalmente sanas;
- un argumento final que será bien comprendido por el dirigente empresarial o el ejecutivo, se refiere a "una buena razón que me haga cuidar el medio ambiente". Dos razones válidas serían las siguientes: a) Si no lo hace, su empresa perderá terreno en la sacudida ambiental, y b) **La diferencia entre "excelencia ambiental" y "excelencia económica" va borrándose, la ecoeficiencia aumentará las oportunidades para la competitividad y los beneficios.**

El Consejo Empresarial menciona el término "sacudida" para referirse a la fuerte movilidad de las normativas, conocimientos y actitudes de los consumidores, que descolocan al productor desprevenido.

El mundo de los negocios tiene la ventaja de haber pasado ya por la "revolución de la calidad", que tiene su mejor expresión en el logro del mejoramiento continuo de la calidad con el mínimo costo, muchas veces más que compensados por los costos de la "no calidad".

El desafío que ahora se plantea es: disminuir la utilización de los recursos y mejorar el manejo ambiental --al mismo tiempo que se bajan los costos--.

Hay ciertos principios en este ámbito que deben considerar los empresarios:

- Los daños ambientales se interconectan;
- los problemas económicos y ecológicos son interdependientes;
- los problemas económicos y ambientales están íntimamente relacionados con diversos factores sociales y políticos;
- los impactos ecológicos no respetan fronteras.

Como los objetivos principales para una empresa son la generación de ventajas competitivas, la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales no figuran entre sus finalidades inmediatas, sobre todo si se afectan bienes

públicos de uso gratuito, y no están comprometidos valores esenciales, tales como la salud humana.

En los casos en que la subsistencia de una empresa depende de la disponibilidad de un determinado recurso natural, puede que se interese directamente en su explotación o conservación cuidadosa. Por esta razón, con frecuencia se propicia una adjudicación de derechos de propiedad sobre bienes públicos.<sup>5/</sup>

En general, las empresas tienen diferentes motivaciones para utilizar tecnologías ambientalmente racionales. Estas pueden clasificarse en dos grandes categorías. La primera, que apunta a objetivos empresariales más tradicionales, incluye la reducción de los costos de producción, el mejoramiento de la calidad, la generación de un producto o un servicio nuevo y los proyectos de nuevas plantas industriales.

La segunda categoría se circunscribe al concepto moderno de sustentabilidad ambiental y obedece a objetivos menos directos, pero igualmente esenciales: elevar la competitividad gracias a la mayor eficiencia en el empleo de los recursos para poder mantenerse en el mercado a largo plazo.

La reducción de los costos de producción es una motivación bastante frecuente e importante para las empresas latinoamericanas, ya que muchas veces su propósito es aumentar su eficiencia y productividad o ahorrar energía e insumos.<sup>6/</sup>

Por otra parte, en economías cada vez más abiertas, las exportaciones latinoamericanas vivirán bajo la amenaza creciente de ecorechazo al producto por parte de los consumidores de países desarrollados.

Las consideraciones anteriores conducen a reflexiones en el desarrollo tecnológico.

La temática ambiental estará cada vez más presente en el desarrollo tecnológico estimulada por

- la necesidad de los empresarios de cumplir con las cada vez más numerosas y estrictas normativas nacionales.
- la necesidad de los empresarios de cumplir con las normativas y gustos de los países y personas que importan la producción.
- la aplicación dentro de principios conservativos de nuevos conocimientos que van reorientando las acciones hacia la reducción de nuevas emisiones, cuyo Rol Negativo antaño se desconocía (vgr. los clorofluorocarbonos).

Todo ello dentro de un marco globalizador en que los países de la región buscan incorporar mayor valor agregado a la exportación de sus recursos naturales. Adicionalmente, ciertos acuerdos internacionales transfieren recursos para impulsar sustitución de insumos; cooperaciones bilaterales buscan conquistar parte de los

mercados para sus tecnologías recientes de protección medioambiental.

Las universidades e institutos de investigación aplicada se ven además favorecidas por la petición de ejecución de estudios de impacto, contratos de monitoreo, auditorías, certificación y otras tareas relacionadas.

La suma de estos vectores tecnológicos deben tener como resultante un desarrollo orientado a desarrollar procesos más eficientes, y como consecuencia menos contaminantes. Además de medir y caracterizar las emisiones.

Una política decidida de desarrollo tecnológico en el área ambiental tendrá en la Región una alta probabilidad de obtener excelentes retornos.

### III. LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

A nivel internacional, la minimización de residuos ha sido internalizada tanto entre empresarios como en la población, sobre todo en Europa y en otros países industrializados como Canadá y Australia.

La nueva legislación europea cada vez más se orienta a la prevención: la idea es disminuir emisiones en forma continua, llegando dentro de algunos años a acercarse a cero emisiones, esto es, cero efluentes, lo que incide en la radical minimización de residuos de distintos orígenes.

En Alemania, por ejemplo, en la actual legislación ambiental, se establece que los empresarios son responsables durante todo el ciclo de vida de los bienes producidos. Así éstos deben ser diseñados y confeccionados para facilitar su reuso al término de su vida útil. Se pretende cerrar los circuitos de los materiales en la economía nacional y también tratar de evitar la exportación de residuos.<sup>7/</sup>

En España, las Cámaras de Comercio, Industria y Navegación han impulsado bolsas de residuos, y también funciona la Bolsa de Remanentes Químicos (BODEREQ), promovida por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE).

Un ejemplo de un amplio proyecto de minimización de residuos en Europa, es el proyecto Catalyst o Catalizador.

Este ha sido el más importante de Gran Bretaña, con un costo de un millón de libras esterlinas y que contó con la participación de 14 compañías de un rango amplio de industrias. Fue gerenciado por un consorcio de tres consultoras, entre las que participó **Aspects**, y financiado por el Department of Trade and Industrie, la Fundación BOC para el Medio Ambiente y las compañías intervinientes.

El proyecto, que duró 16 meses, identificó oportunidades para reducir emisiones y descargas contaminantes a los tres medios (agua, tierra, aire) a partir de la determinación de las causas que producen el residuo y su reducción o eliminación en la fuente. Se identificó potenciales ahorros que totalizan 8,9 millones de libras esterlinas por año.

Las oportunidades detectadas representan:

- una reducción potencial de 12.000 toneladas por año de residuos con destino al relleno sanitario,
- una reducción de más de 1.900.000 m<sup>3</sup> en la demanda anual de agua y,
- un ahorro potencial de 1.800.000 toneladas por año de efluentes líquidos.

Del valor total de las oportunidades de ahorro identificadas:

- 55% involucran modificación de tecnologías,
- 19% se refieren a mejor administración de insumos
- 23% involucran reciclado o reuso y
- 3% se obtiene de la modificación de los productos.

Los resultados del proyecto Catalyst demostraron el alto valor de un proyecto regional de minimización de residuos y de la metodología utilizada para estructurarlo. Debe destacarse que parte importante de las economías se obtenían sin costo de inversión.

La comisión nacional de Medio Ambiente (Conama) chilena, concertó igualmente todos los actores en un proyecto regional en Talcahuano, canalizando hacia allí también cooperaciones bilaterales. Numerosas mejoras se han obtenido sin o con muy bajas inversiones.

El principio de la mejor tecnología disponible, BAT (Best Available Technology), es exigido en los proyectos a ejecutar en Estados Unidos para definir los límites físico-químicos y de masas de las emisiones de mayor riesgo. Su utilización en consecuencia define de hecho ciertas normativas.

La utilización de la mejor tecnología disponible es discutible en América Latina y El Caribe, al menos para los sectores secundarios y terciarios. La tecnología no es neutral. Poderosos argumentos pueden conducir al empleo de otras tecnologías. Ejemplos: montos de inversión, dimensión del mercado, mayor utilización de trabajadores, complejidad de la operación y mantenimiento. Este es un tema de reflexión que excede el alcance del presente estudio. En segundo lugar las normas acerca de la mejor tecnología disponible (BAT) pueden resultar apropiadas en la etapa de instalación de la planta, pero los niveles de emisión correspondientes a esas normas no necesariamente logran mantenerse a lo largo de toda la vida útil, ya que pueden producirse problemas técnicos que originen variaciones en la calidad de la carga de fundición, etc. si cambian las fuentes de abastecimiento. Además,

¿qué implica ese cambio para el monitoreo? Evidentemente, sería erróneo que una autoridad regulatoria supusiera que se están respetando los niveles de emisión previstos por el solo hecho de que se haya instalado un ítem preseleccionado de tecnología. El manejo de esa tecnología y las prácticas ambientales de la planta también van a ser factores determinantes del "mejor" comportamiento ambiental.

Las normas sobre BAT y la legislación ambiental del tipo "comando y control" presuponen una tecnología estática, una tecnología que es siempre "la mejor", en todos los tiempos, y controles adicionales que se adapten a la evolución de la legislación. Se podría pensar que esa actitud disuade a las compañías mineras y a los productores metalúrgicos de innovar. Una innovación que requirió de recursos substanciales de investigación y desarrollo puede quedar invalidada por decisión de alguna autoridad regulatoria acerca de qué es "la mejor tecnología disponible" (BAT) para su actividad en particular. Así, las normas BAT parecen impuestas desde fuera de la empresa y no generadas por ella. La búsqueda de la rentabilidad y la reducción de costos son incentivos más evidentes y se podría considerar que ciertos mecanismos basados en el mercado aún más costo - eficiente para lograr el fin que se pretende alcanzar.<sup>8/</sup>

#### IV. MINIMIZACION DE RESIDUOS EN LA REGION

La generación de desechos sólidos da cuenta del ingreso per cápita entre países. En las grandes ciudades es un dato ilustrativo de la desigualdad. Mientras que en Nueva York la cantidad de desechos per cápita en kilos en un día es de 1.80, en Medellín es de 0.54, y en Santiago de Chile, de 0.65.

En América Latina, los principales generadores de residuos sólidos per cápita son Argentina, México y Brasil.

Se destacan las grandes ciudades del sur de Brasil y México en particular, donde la contaminación proveniente de fábricas y automóviles ha alcanzado niveles de crisis. El conglomerado industrial brasileño de Cubatao, cerca de Sao Paulo, ha sido considerado como una de las áreas más contaminadas del mundo, mientras que en Ciudad de México, con su smog atrapado por la inversión térmica, es considerada la capital con peor calidad del aire compitiendo con Santiago de Chile. Mientras algunos cursos hídricos del área industrial de Buenos Aires están completamente deteriorados. Las ciudades albergan a los habitantes con mejor ingreso, que reciben más embalajes, envases y productos desechables. Ellas han crecido gracias al empleo generado por industrias que allí se instalaron. La existencia de esta población con ingresos superiores a la media nacional, estimula la generación de servicios y de nuevas industrias.

En relación a los desechos sólidos peligrosos (lodos y sólidos), existe una investigación que ha arrojado datos como que

el país que más genera desechos sólidos peligrosos es México, con 0.4 toneladas al año per cápita. Le sigue Brasil con 0.34, Uruguay, con 0.3, y Argentina con 0.26.9/

Chile genera 70.000 toneladas al año de residuos sólidos no peligrosos y 370.000 toneladas al año de residuos sólidos peligrosos. Las principales actividades industriales que generan residuos peligrosos son: la minera, la química y la papelera.

La minimización de desechos, proceso complejo y de magnitud, es más difícil de abordar en los países en vías de desarrollo. La mayoría de ellos dista mucho de contar con soluciones técnicas de minimización, de transporte, de tratamiento de residuos. Tampoco cuentan con una infraestructura adecuada de rellenos sanitarios que permita el depósito seguro e inocuo de los desechos industriales especialmente los peligrosos.10/

Ciertos residuos industriales contienen productos de valor factibles de ser recuperados y devueltos al ciclo productivo. Así se pueden evitar los riesgos derivados de su disposición y la ocupación de espacio en los vertederos.

Las bolsas de residuos son recomendables. Exigen sí, una infraestructura de análisis, información, control, etc., que hace complejo su funcionamiento. Sin embargo, pueden darse pasos en ese sentido.

En nuestros países, los motores, neumáticos, materias primas no utilizadas aún con sus envases originales, maquinarias productivas, etc., pueden encontrar un segundo uso y ser incorporados desde el inicio a una bolsa concebida de manera distinta a la europea o alemana.

Sin embargo, se puede afirmar que, la bolsa limitada a los residuos, es sólo un paliativo. Sólo algunos productos entran en este proceso. La matriz insumo-producto en América Latina es muy incompleta. Más aun a escala sub regional. Ello hace incompleto el "llenado de las casillas".

Se requiere sí, mejorar los mecanismos para que empresas, oficinas e incluso particulares puedan traspasar o vender los insumos en desuso a quienes lo necesiten.

### 1. Aluminio argentino

Un ejemplo de recuperación de desechos industriales se encuentra en la empresa Aluminio Argentino (ALUAR) S.A.I.C., localizada en Puerto Madryn, en la región de la Patagonia. Produce aluminio primario mediante un proceso industrial que consiste en la transformación electrolítica de alúmina importada. Aluar contó entre su personal profesional con destacados científico argentinos.



Esta fábrica adoptó varias innovaciones desarrolladas en la industria mundial del aluminio para recuperar y reciclar los polvos de los gases y emisiones que genera el proceso de electrólisis. En particular, se diseñaron sistemas de captación de polvos para las cubas electrolíticas e instalaciones de filtros de separación. Estos dispositivos permiten el reciclaje de polvos de electrólisis. Además, se introdujeron cambios sustanciales en los sistemas de transporte de materias primas y de alimentación de las cubas electrolíticas, los que también contribuyeron a eliminar algunas fuentes importantes de contaminación y, adicionalmente, aumentaron la producción de la planta.11/

## 2. Recuperación de residuos en la minería

Otro ejemplo de recuperación de residuos, lo tenemos en Chile en la mina de cobre de Chuquicamata, donde se transforma el residuo no manejable (arsénico en gases) en uno manejable (arsénico sólido).

Cada año entran al proceso, junto con el metal, 11.000 toneladas de arsénico, de las cuales se volatiliza el 63% en gases y el 17% en polvos.

De este mismo proceso sale un material sólido de un 20% de escoria, blister y un remanente de eje.

El lavado de gases metalúrgicos y el tratamiento de soluciones en la Planta de Abatimiento de Arsénico (ATP) implica diversas etapas:

- Enfriamiento de gases, condensando impurezas volátiles y lavado.
- Torre humidificadora, Scrubbers tipo Lurgi.
- Enfriadores gas/líquido
- Precipitadores electrostáticos húmedos de placas y tubos.

Luego de este proceso se produce efluente en forma de soluciones ácidas débiles, con metales en solución, con compuestos de As (Trióxido o Acido Arsenioso), los cuales alimentan la planta ATP.

La solución se neutraliza en un estanque agitado, en el cual se adiciona cal para alcanzar pH 12, neutralizando el ácido y formando yeso hidratado  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  y se precipitan metales (Cu, Fe, Pb, Zn y As que forma arsenito o arsenito básico de Ca, como  $\text{Ca}(\text{AsO}_2) \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

La pulpa restante va a un estanque espesador. El overflow, como agua clara con pH12, vuelve al sistema de aguas industriales de las plantas.

El underflow alimenta a filtros de prensa. El producto obtenido, tiene contenido de As. de 3 a 6%, con humedades de 30 a 45%. El As del producto se presenta como arsenito de calcio.

De esta forma, el producto final llega a ser un residuo sólido.

Centromin, en Perú, está buscando encapsular algunos residuos que, acumulados, hacen hoy inviable sin protecciones ambientales la privatización de minas y refinerías.

En la Compañía Minera El Indio, también en Chile, para obtener la reducción in situ, se utilizan insumos de mejor calidad y de vida útil más prolongada.

En el proceso de reciclaje, se incluyen papeles, cartones, vidrios, metales y plásticos. Para la separación de éstos residuos existen receptáculos de distintos colores, que son transportados en camiones recolectores.

Con posterioridad, se hace una separación fina de todos estos materiales.

Otra alternativa utilizada allí es la reutilización, los neumáticos no reciclados son reutilizados en la construcción de los muros de cierre en los vertederos y en la señalización de los caminos en faena.

Los diferentes procesos que se ocupan para la minimización de residuos son: a) la tostación (se buscan alternativas al proceso de tostación, como el SHERROTT, con residuos químicamente más estables); la cianuración, cuya alternativa sería la lixiviación con tiourea, y la fusión copelación, cuya alternativa sería la preconcentración mediante extracción por solvente.11/

Las empresas mineras en Chile han adoptado procedimientos y generado manuales para guiar la gestión de sus residuos. La División Andina de Codelco es líder en esta materia; ubicada en un área turística y aguas arriba de una agricultura de exportación.

### 3. Industria pesquera en Chile y Perú

Existen graves problemas ambientales en la industria pesquera, donde la harina de pescado constituye su fuerte en Perú y Chile. Más de la mitad de ésta se envía a los mercados de Japón y Taiwán.

Al considerar el tratamiento de aguas residuales de la industria de harina de pescado, hay que identificar dos flujos de desechos: los RILES como resultado del transporte del pescado del área de carga, y los RILES resultantes del proceso de hacer alimento de pescado (cocimiento, pre-estruje, prensado, clarificado, centrifugado, evaporación, secado, molienda y ensacado).

La sangre es una parte principal del efluente, y después del procesamiento se vuelve de un color musgo. Aunque existen maneras de reutilizar la materia prima y sangre (por ejemplo, cocer el pescado con el agua de sangre o hacer harina de sangre secándola en

secadores tipo spray) siempre estará presente en los problemas de RILES.

Para descontaminar con éxito, se deben cumplir una serie de etapas. La primera etapa o tratamiento primario consiste en la separación física de sólidos gruesos y finos, flotantes o sedimentables, por medio de tecnologías como tamizado o cribado; sedimentación o flotación sin adición de productos químicos. La segunda etapa involucra procesos de coagulación, floculación y flotación. Por último, la tercera etapa, comúnmente denominada tratamiento secundario, consiste en el tratamiento biológico del RIL a fin de remover la materia orgánica disuelta.

En Chile, la Corporación de Productores de Harina de Pescado S.A. (CORPESCA) se ha esforzado por aminorar el impacto ambiental. Algunos de los esfuerzos realizados han consistido en: regulación de las velocidades de proceso de manera de optimizar la operación de secado, disminuyendo así las emanaciones de gases odoríferos, optimización de los equipos desodorizadores con uso de rellenos que mejoran el intercambio y disminuyen las emanaciones y un programa de aseo e higiene de las plantas que busca bloquear el desarrollo de gérmenes que aceleran la descomposición de la materia prima y aumenta la emisión de olores durante el proceso. Esta experiencia está siendo practicada en Perú.<sup>12/</sup>

#### 4. Curtiembres en Colombia: la experiencia de Propel

La industria de curtido de cueros viene afrontando problemas de imagen frente a la comunidad, grupos ambientalistas y sectores del gobierno, por el uso de productos tóxicos con efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente y por la cantidad de desechos generados durante el proceso.

El diagnóstico elaborado por Propel incluye los siguientes aspectos:

- Existe una insuficiencia constante de capital de trabajo. Los pagos a los proveedores y aún la nómina se retienen hasta que los cheques de los clientes se hagan efectivos.
- Los precios de venta de los productos no se calculan a partir de un análisis de costos y de valor agregado.
- Los pedidos se entregan con retardo por escasez o falta de materias primas, programación deficiente del trabajo o baja productividad.
- Las utilidades son bajas o no las hay porque las ventas son escasas o porque los costos superan lo esperado.
- La empresa reacciona cuando los problemas ya se han presentado. Las acciones tomadas son de carácter correctivo y no de carácter preventivo.

La industria de las curtiembres pertenece al grupo de las empresas que descargan un volumen considerable de aguas residuales contaminadas.

El efluente de curtiembre, en términos generales, se caracteriza por una elevada concentración de componentes orgánicos e inorgánicos y sólidos en suspensión, presenta además un olor desagradable y un color oscuro. Esto debido a los sulfuros y a las sales de cromo trivalente, los cuales reciben atención especial por ser nocivos para los tratamientos biológicos de purificación del efluente o para los cuerpos receptores cuando aquellos se descargan sin ningún tratamiento previo.

Las operaciones que mayor consumo de agua y contaminación asociada tienen son las de remojo, pelambre, desencalado, piquelado y curtido, las cuales representan un 80%, tanto de consumo de agua como de contaminación.

a) Los resultados esperados del programa de ecoeficiencia según Propel serían:

- Disminución en un 50% de la carga ambiental del proceso de curtición expresado en términos de DBO, DQO y sólidos suspendidos. Se logra un mayor agotamiento del cromo utilizado en el proceso y por lo tanto menor cromo arrojado a los cuerpos de agua.
- Motivación a nivel sectorial en general a implementar procesos con tecnologías más limpias por los resultados positivos adquiridos y mejor aceptación de los productos por el consumidor a nivel nacional e internacional.
- Lograr que las empresas transformen su sistema de manufactura y su capacidad de gestión empresarial.

b) Soluciones e Implementación

El objetivo del trabajo en las curtiembres es acudir a la conciencia y facilitar la información para que la producción, mediante lo que se denomina tecnología limpia, se incluya como parte de la filosofía de la nueva industria curtidora nacional.

Propel ha realizado 5 ensayos de tecnología más limpia en tres empresas curtidoras con resultados realmente muy favorables.

El ensayo consiste en realizar un remojo enzimático, un pelambre sustituyendo parte del sulfuro de sodio (gran contaminante) por una amina que recupere el pelo sin disolverlo dentro del efluente, efectuar un desencalado con gas carbónico, un piquelado con un ácido orgánico reemplazando el ácido sulfúrico y la mayor parte de la sal, y un curtido con alto agotamiento de cromo. Los resultados obtenidos hasta el momento son prometedores, reduciendo la DBO y DQO en alrededores de un 50%, y el consumo de agua en un 30%, a la vez que mejorando la productividad.

Es decir, partiendo de tecnologías más limpias aplicadas en el mundo entero, Propel ha logrado con un simple cambio de insumos, sin ninguna reconversión tecnológica, reducir hasta en un 50% la contaminación generada por la actividad industrial de las

curtiembres, y a la vez lograr que el empresario reciba un ingreso adicional de USD 2 por piel procesada.

#### 5. Reciclaje de basura domiciliaria

El reciclaje de basura domiciliaria es una opción que han tomado la mayoría de los países en el mundo. En América Latina se lleva a cabo con más o menos éxito, dependiendo de los sistemas de recolección que se utilizan y la tecnología empleada.

Los residuos de papel representan en América Latina el segundo material más abundante dentro de los residuos domiciliarios.

Desde el punto de vista ambiental, cabe destacar que el papel posee una serie de ventajas, como el hecho de que procede, en su mayor parte, del árbol, recurso que -bien manejado- es renovable. El papel es fácil de reciclar en su totalidad y, de no ser aprovechado si termina en un vertedero (situación no deseada) es biodegradable.

Para reciclarlo, debe someterse a varias etapas dentro del proceso productivo: a) disgregación, b) depuración de impurezas gruesas, c) depuración de impurezas livianas, d) destintado por flotación, e) lavado de alta eficiencia, f) homegenización en caliente, g) blanqueo, h) post-lavado y espesado, e i) clarificación de aguas.

Entre las principales ventajas de la recuperación de papel están: la reducción de volumen, pues cada tonelada de papel nuevo ocupa casi dos metros cúbicos de relleno sanitario; el ahorro de energía, ya que se requiere un 50% menos de energía eléctrica; el ahorro de agua: se utiliza un 15% menos en el consumo de agua; y también se ayuda a salvar los bosques, porque el reciclaje de una tonelada de papel evita el corte de 17 árboles.

Otro material considerado el más reciclable de todos es el vidrio. Por ésa y otras razones, la recolección de envases de vidrio está incluida en la inmensa mayoría de los programas de recolección que se imponen en el mundo.

Al fabricar el vidrio se utilizan grandes hornos que requieren mucha energía para fundir los ingredientes, provocando contaminación de aire y agua. Al reciclar el vidrio se ahorra energía, pues una tonelada de vidrio ahorra la equivalente a 30 galones de combustible, es decir, 117 kilos de Fuel Oil N°6 y sustituye el uso de 1,2 toneladas de materia prima virgen.

Otra ventaja del reciclaje del vidrio es que se cuida la atmósfera, porque se disminuyen las emisiones gaseosas a la atmósfera en un 20%; y se cuida el agua, pues se disminuyen las descargas de efluentes líquidos en un 50%.

El proceso productivo del reciclaje del vidrio comienza con la recolección y separación de los envases, frascos y botellas,

realizada por los recolectores callejeros, quienes venden a los intermediarios.

Estos últimos clasifican el material en mal estado y los venden a las cristalerías en forma de vidrio molido para que ocupe un menor espacio al ser transportado. En las cristalerías, el vidrio se limpia en forma manual o automática.

A continuación, los desechos de vidrio - en el caso de las cristalerías de la América Latina - son colocados en una cinta transportadora en donde una cantidad de personas eliminan las partículas gruesas de fierro, piedras, aluminio y otras. Con posterioridad, el vidrio es sometido a un chancador que muele las piezas hasta transformarlas en pellet. En la etapa final el pellet es incorporado, junto a una proporción de materia prima virgen, al proceso de fundición.

Instituciones de beneficencia promueven también la recolección de envases de vidrio como forma de generar financiamiento.

Los productos plásticos se producen en crecientes cantidades. Sin embargo, son reciclados cantidades muy pequeñas de los desechos generados. En 1990 en Europa Occidental se alcanzó un 23% de reciclaje de plástico, mientras que en los países latinoamericanos este porcentaje es inferior.

En la región, el consumo de materiales plásticos es mucho menor --comparado con los países desarrollados--, y la mayoría se elabora con materia prima importada. Su empleo está en rápido aumento, correlacionado con el ingreso del consumidor.

La comuna de La Reina, en Santiago de Chile, cuenta con un sistema reciente de recolección de basura domiciliaria depositada por el usuario segregada en receptáculos adhoc. Esto es un requisito para la transformación de un sistema informal de recolección callejera de desechos domiciliarios con valor comercial, en un sistema organizado. Se debe trabajar en forma integrada en el domicilio, con el recolector y en la central de acopio.

En este lugar, el residuo es limpiado y seleccionado para su posterior venta a las plantas recuperadoras o recicladoras. Existen dificultades económicas, a veces temporales, que hacen no rentable parte o el total de la operación. La venta a un mercado imperfectísimo, de cantidades menores de desechos, debilita fuertemente el negocio. Las fábricas que utilizan el papel recuperado, están hoy acotando la franja de precios de adquisición. Estos mitigan las alzas y bajas del mercado de la celulosa de manera de sostener una actividad estable de recuperación de papel.

Existen, si se segregan los residuos en origen, nuevas posibilidades para la industria del reciclaje utilizando centrales de acopio (comercialización de material en grandes volúmenes). Es necesario señalar que son aun muy insuficientes las políticas de

los gobiernos de América Latina que apoyan el reciclaje a través de mecanismos de incentivo económico. Estos incentivos podrían disminuir la presión sobre los recursos naturales, motivar a las personas a separar sus desechos en el hogar, reducir el volumen de residuos que llega a vertederos.

Políticas de incentivos a cambios tecnológicos pueden contribuir a mejorar la calidad de los productos fabricados con material reciclado, haciéndolos más competitivos y logrando, así, una mayor presencia de éstos en el mercado.<sup>13/</sup>

Apoyo privado y estatal concursado está al origen al origen de un proyecto de investigación tecnológica para el reciclado en la agroindustria en Chile. La manifestación de interés del sector productivo (comprometida con recursos económicos y humanos), aumenta las posibilidades de obtener resultados utilizables en estos estudios.

## 6. Recuperación de Metales

Un claro ejemplo de reciclaje eficiente es la recuperación de metales ferrosos y no ferrosos a partir de chatarra metálica. Ello es práctica común tanto en fundiciones como en siderúrgicas.

Dado el creciente control de las emisiones atmosféricas, los procesos han tendido a ocupar la energía eléctrica como energía de fusión; es así como la chatarra se funde principalmente en hornos de inducción u hornos de arco eléctrico.

En las fundiciones se ocupa chatarra de fierro gris para fundición gris, chatarra de acero para fundición nodular y de acero, y chatarras de Bronce, Cobre y Aluminio, entre otras, para fundiciones no ferrosas.

Las siderúrgicas producen mediante un proceso típico el "acero eléctrico". Este acero se produce fundiendo chatarra mediante el calor generado por el arco voltaico entre los electrodos en un horno de arco eléctrico. Una vez fundido el metal se procede con la colada continua, cuyo producto final son palanquillas. Estas son recalentadas para luego ser sometidas a deformación plástica en trenes de laminación. De esta manera se obtienen distintos perfiles de acero y barras redondas con estrías, por ejemplo, para la construcción.

A nivel mundial, el 25% del total de acero se produce mediante el proceso mencionado. Si bien las cifras indican que en el primer mundo la demanda por acero no parece ir en aumento, en los países del cono sur, dada las condiciones de desarrollo, sí se aprecia una tendencia en tal sentido.

La producción de "acero eléctrico" y piezas de fundición en general, son una buena solución para la generación excesiva de chatarra metálica, propia de países en desarrollo. Además, desde el punto de vista macroeconómico, el país ahorra energía y recursos,

por cuanto el consumo de kWh por tonelada de acero baja drásticamente con respecto a la energía equivalente de la obtención de acero a partir del mineral de hierro (2500 kWh/ton).

## V. MINIMIZACION DE RESIDUOS

Antes de estudiar las modificaciones a los procesos debe abordarse el estudio de aspectos humanos y organizativos ligados a la generación de residuos y emisiones.

Estas medidas permiten muy frecuentemente obtener rápidos y sorprendentes resultados con bajos costos. Tienen la ventaja de generar beneficios adicionales en seguridad e higiene del trabajo, motivación de los empleados, incremento de la productividad y de la calidad.

Estas proposiciones corresponden a lo que se denomina situación "sin proyecto": Funcionar adecuadamente con los procesos existentes. En lugar de copiar el camino de las naciones desarrolladas, los países de la Región deberían experimentar en este camino innovador.

Las áreas sensibles para aplicar medidas favoreciendo la minimización de residuos pueden ser: el control de inventarios, mejoras en la manipulación, mejoras en la programación de la producción, prevención y control de fugas y derrames, mantenimiento preventivo, segregación de la corriente de residuos y emisiones, utilización orientada de los materiales y equipos a la disminución de residuos y emisiones.

Hay que prestar gran atención a la limpieza. Evitar la causa de la suciedad, limpiar justo antes de que se utilicen los materiales que la producen, elegir los productos de limpieza no peligrosos y estandarizar pinturas y agentes.

Además de estas conductas positivas de gran efecto, se debería posteriormente ejecutar un Plan que permitirá planificar y poner en práctica las medidas conducentes a minimizar los flujos de residuos y emisiones que genera la empresa, analizando su reducción, reutilización, reciclaje y recuperación.

Los gobiernos podrían aportar a través de mecanismos como el de subsidio a los asesores o a la concepción y evaluación de planes.

Las razones que pueden llevar a una empresa a aplicar un Plan de Minimización pueden ser: a) los beneficios que ha reportado a otras empresas análogas en circunstancias similares, b) la existencia de problemas ambientales serios que no pueden resolverse (o no son rentables) mediante el tratamiento tradicional de residuos y emisiones, c) la obligación legal de minimizar residuos y emisiones, d) la buena imagen ambiental de la empresa ante las demás empresas y los consumidores.



Sin embargo, a pesar de que la minimización suele ser rentable, hay muchos obstáculos que superar hasta que ésta se imponga.

Existe una inercia al cambio. No hay una cultura de minimización incorporada en la gestión de la industria tradicional. Al mismo tiempo, hay poca conciencia de las responsabilidades ambientales, de las repercusiones económicas y del impacto en la imagen de la empresa, que puede hacer suponer a los consumidores un mal manejo de residuos. Históricamente fue la tarifa a pagar por disponer los residuos la detonante de los planes de reducción.

Otros obstáculos para imponer el Plan de Minimización al interior de la empresa tienen relación con la percepción de que algunas medidas de minimización tienen un alto costo económico. Al respecto, habría que destacar que las modificaciones en los procesos de producción, para incluir tecnologías limpias, no siempre son inmediatamente rentables, aunque hay numerosos ejemplos de beneficios logrados con muy escasa inversión. Sin embargo, a la larga los beneficios superan con creces las inversiones; aquí hay espacio nuevamente para políticas nacionales destinadas a facilitar la adquisición de bienes de capital y especialmente para la acción de consultoras especializadas.

También hay dificultades tecnológicas reales para imponer proyectos de minimización, como la escasez de programas de investigación, la falta de conocimiento acerca de los residuos generados y de las técnicas más efectivas para superar este problema medioambiental. Los acuerdos entre consultoras de la Región y otras de países desarrollados puede permitir llenar este vacío.

Además, no existe suficiente información ni formación sobre las posibilidades de minimización, ni de la metodología de aplicación, y de las experiencias previas que han sido exitosas.

Cuando los empresarios toman conciencia de esta realidad y se proponen como meta incluir en la vida de la industria el Plan de minimización, lo primero que deben hacer es concebir la estructura del Plan, que consiste en:

- Planificación y organización
- Elaboración e implantación del Plan
- Seguimiento de las medidas.14/

Antes de aplicar el Plan al interior de la empresa, es importante considerar que se debe tratar de involucrar en éste desde la alta dirección hasta todos los otros niveles. También es importante crear un equipo de trabajo que apoye la acción.

Es también conveniente realizar una auditoría de residuos y emisiones orientada a la minimización, que permita identificar los flujos de residuos, cuantificarlos y caracterizarlos, encontrar las

fuentes y las causas de su generación y evaluar el costo de su gestión clásica.

En esta etapa previa a la realización del plan, es necesario obtener el apoyo de los estamentos claves de la empresa, que éstos adquieran conciencia de los beneficios del plan y de su costo, como también definir junto a ellos, los objetivos.

Se debe designar un responsable del programa de Minimización, definiendo sus funciones específicas, para luego elegir a la persona idónea para el cargo.

Al formar el equipo de trabajo, se debe involucrar a todos los departamentos y secciones de la empresa, y coordinar el plan con otros programas existentes.

Para sumar a esta tarea a todos los trabajadores, hay que darles una formación básica, definir lo que se espera de ellos, señalarles la importancia de esta nueva actitud y motivarlos para obtener su colaboración, pues esta tarea es de todos.

Luego de efectuar estos pasos previos y obtenidos los resultados de la auditoría de los residuos y emisiones orientada a la minimización, puede elaborarse el Plan de Minimización en la empresa.

### 1. Etapas del Plan de Minimización

- Clasificar los flujos.
- Identificar las posibilidades de minimización.
- Evaluar su viabilidad:
  - \* factibilidad técnica
  - \* viabilidad económica
  - \* aspectos intangibles
- Seleccionar la mejor alternativa para cada flujo.
- Implantar las posibilidades seleccionadas.

La primera etapa del Plan de Minimización es conveniente se funden en los resultados de la Auditoría, ya que se deben clasificar los flujos de residuos y emisiones de acuerdo con la importancia que cada uno tiene para la empresa, con el propósito de concentrar los esfuerzos en los más relevantes.

Los criterios para definir las prioridades pueden ser varios, como el cumplimiento de la normativa (actual o futura), la peligrosidad de los residuos y emisiones, el exceso de consumo de energía, el costo actual y previsto de su manejo, riesgo para la seguridad de los trabajadores, riesgo para el medio ambiente, facilidad para alcanzar economías.

Para llegar a un acuerdo común entre las personas que determinarán los criterios de prioridad, puede optarse por

concentrar el análisis en procesos completos o procesos unitarios más que en flujos aislados.

La fase más creativa del Plan de Minimización viene luego de priorizar los problemas más urgentes de solucionar, ya que se debe decidir cómo minimizar el flujo seleccionado.

La puesta en marcha de las diferentes alternativas depende de la experiencia, las fuentes de información y de la imaginación del equipo de trabajo. Existen disponibles diversas fuentes de información que pueden orientar las acciones, por ejemplo, del NIST (USA), CRIU (Canadá).

Como ya hemos señalado anteriormente, las alternativas son: a) reducción de los residuos y emisiones en el origen, b) reciclar los residuos y emisiones en el mismo proceso donde surgen, c) reciclar los residuos y emisiones de un proceso, en otros procesos de la misma o de otra empresa, d) recuperar las materias primas aprovechables que contienen los residuos o aprovechar su energía.

Estas medidas de minimización significan para la empresa algunos de los siguientes resultados: consumirán menos materia prima y energía, reducirán los residuos, incrementarán la capacidad de producción, mejorarán la calidad del producto y bajarán los costos operativos.

La opción de sustituir materias primas por otras menos peligrosas es aplicable sólo en ciertas condiciones específicas. En todo caso, es una posibilidad muy eficaz, ya que normalmente se disminuye también la peligrosidad de los productos elaborados. Si se lleva a efecto esta medida, en el futuro constituirá un excelente factor de competitividad comercial. Es lo ocurrido con la fabricación de pinturas al agua para atender la demanda de empresas que deciden reducir las emisiones de solventes. Luego de analizar las opciones de reducción en origen para un determinado flujo, debe verse la posibilidad de reciclar o, en subsidio, recuperar parcialmente los residuos.

Se analiza primero el reciclaje en el propio proceso donde se recupera el subproducto, y sólo si no aparece ninguna alternativa válida, contemplar las posibilidades de reciclarlo en otros procesos, ya sea en la propia planta, en otra planta de la empresa, o en otras empresas. Muchas fábricas han descubierto que la inversión en equipos de reciclaje puede amortizarse en forma muy rápida.

Finalmente, cuando se ha descartado la posibilidad de reciclar el residuo, debe estudiarse la recuperación de la materia prima o la energía.

Si fuera necesario recurrir a otras empresas para reciclar o recuperar los residuos, es factible apoyarse en algún intermediario, de existir, o las bolsas de transferencia de subproductos, más conocidas como bolsas de residuos.

Es preferible, como demuestra la experiencia, la reducción en origen que el reciclaje o la recuperación. La reducción en origen representa un beneficio económico equivalente en una media de cuatro veces el obtenido por medio del reciclaje o la recuperación, ya que supone un ahorro de materias primas y un aumento de la producción, más valiosos que el subproducto reciclado en la planta. Si la producción tiene demanda asegurada, la comparación debe establecerse no entre costos, sino entre precios de venta del bien y del subproducto.

Las opciones de Minimización deben analizarse desde un punto de vista técnico y económico, pero, además, deben considerarse sus efectos intangibles.

Al analizar la factibilidad técnica, conviene tomar en cuenta los siguientes aspectos: impacto de los cambios sobre la calidad del producto; flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción; el espacio disponible para el reciclaje, la recuperación y/o tratamiento en la planta; el espacio necesario para la instalación de una tecnología limpia; una posible caída de la producción durante el período de instalación; el conocimiento suficiente de la tecnología que se propone; el mantenimiento que necesitan los nuevos equipos; el grado de especialización que deben tener los trabajadores; y, finalmente, las consecuencias legales y administrativas de las modificaciones.

Cuando se analiza la viabilidad económica de un proyecto de minimización, se debe tomar en cuenta la rentabilidad. Es decir, comparar los ingresos de las alternativas con los gastos. En este caso concreto, la rentabilidad se calcula entre los ingresos y gastos del proyecto que desea implantar, y los que implica el mantener la situación existente.

Después de valorar las ventajas técnicas y económicas de las diferentes opciones, deben tomarse en cuenta los beneficios intangibles, como la calidad de los productos, el impacto sobre el medio ambiente, las consecuencias en la salud de los trabajadores, mejores condiciones laborales, la influencia en la imagen de la empresa.

Tras poner en marcha las opciones seleccionadas, se debe controlar la evolución de los resultados para detectar posibles fallas y corregirlas, revisar y actualizar periódicamente el Plan.

Es complejo medir los resultados del Plan de Minimización. Hay varios métodos para hacerlo, pero, en general, miden los resultados globales de la planta y es muy difícil identificar en qué porcentaje contribuye cada proyecto de minimización en los resultados totales.

Algunos de los métodos, que se pueden utilizar en forma conjunta o combinada, pueden ser:

a) Medida de los residuos y emisiones generados.

Sin lugar a dudas, es más fácil medir los residuos sólidos y líquidos, pero resulta más complicado determinar las emisiones gaseosas.

Además de hacer estas mediciones, es aconsejable al mismo tiempo monitorear los residuos y emisiones, pues pueden acaecer cambios en la concentración de los contaminantes o en la peligrosidad de los desechos.

Las mediciones deben ser correlacionadas con los índices de producción.

b) Medida de los materiales utilizados.

Este método es complejo de aplicar en las empresas que elaboran diversos productos mediante varios procesos, ya que es complicado asignar las compras a los procesos individualmente y estas adquisiciones pueden no estar relacionadas directamente a la generación de residuos.

En todo caso, este sistema se basa en controlar con precisión la compra de materiales, preocupándose especialmente de los insumos peligrosos. De este modo, es posible conocer cómo disminuye la peligrosidad de los productos elaborados, sus desechos y emisiones, y se puede controlar la sustitución de materias primas. Este método es muy útil para controlar algunas decisiones generales que afectan a la empresa en su conjunto.

c) Variación en la generación de ciertos compuestos químicos o contaminantes.

Este método exige un control muy riguroso de los desechos y un análisis sistémico. Por esta razón tiene un alto costo económico y es difícil de aplicar en muchas empresas.

d) Control de los cambios de producción.

Se trata de determinar las variaciones en la producción para asociar los cambios anteriores a los bienes fabricados. Sin embargo, medir la producción puede ser muy complejo debido a las numerosas variables que intervienen: clase de producto fabricado e intermedio, calidad, cambios en el ciclo de vida del producto, precio, y otras.

e) Medida a nivel de proceso.

Es adecuado sólo cuando se quieren determinar los avances en cambios específicos en un proceso claramente definido. Sin embargo, con frecuencia los procesos están relacionados entre sí y resulta complejo obtener los datos requeridos.

Un buen seguimiento de las medidas adoptadas para la minimización implica la detección a tiempo de los posibles impactos negativos que estas opciones pudieran conllevar: residuos que cambian de un medio a otro (como por ejemplo del agua a los lodos de depuración, o del polvo del aire a sólidos retenidos), las dificultades de los trabajadores para adaptarse a los nuevos procedimientos, aumento o aparición de otros residuos.

Cabe destacar que el Plan de Minimización es de aplicación permanente, se evalúa, se perfecciona, y actualiza en forma periódica.

## 2. Auditoría Ambiental de residuos y emisiones orientada a la minimización

Una herramienta básica para la implementación de un Plan de Minimización es la realización de una Auditoría Ambiental de residuos y emisiones con el fin de optimizar la minimización.

Estas pueden ser externas o internas. Si se realizan con personal que labora en la empresa es recomendable incluir profesionales que no estén directamente involucrados para que puedan transmitir sus opiniones y experiencias en forma imparcial. La actuación de consultores externos puede contribuir favorablemente a conducir el proceso de auditar.

En relación a los problemas medioambientales al interior de las empresas, pueden llevarse a cabo tres tipos de auditorías que favorecen --directa o indirectamente-- la minimización de residuos:

- Auditoría medioambiental.
- Auditoría de residuos y emisiones.
- Auditoría de residuos y emisiones orientada a la minimización.

La primera abarca un ámbito más amplio, pero no tiene como objetivo inmediato la implementación de un Plan de Minimización.

Un ejemplo reciente de Auditoría medioambiental, es el caso del terminal petrolero ubicado en una Isla del Pacífico. Entre sus objetivos están: a) determinar si se cumplen una serie de normas internas y/o las normas jurídicas y administrativas vigentes, relacionadas con el carácter de Parque Nacional y Patrimonio de la Humanidad; b) analizar las consecuencias y los riesgos derivados de sus actividades (daños, sensibilidad, costo de saneamiento, imagen internacional); y c) analizar posibles vacíos medioambientales en las reglamentaciones, prácticas y políticas de la empresa petrolera.

Las auditorías medioambientales utilizan técnicas similares a las de las auditorías financieras, particularmente técnicas de verificación para controlar el cumplimiento de las reglamentaciones, como por ejemplo el análisis de la concentración

de contaminantes emitidos a la atmósfera y su comparación con las normativas o autorizaciones vigentes.

Las Auditorías de residuos y emisiones están orientadas a identificar los desechos, a determinar en qué medio se difunden y cuál es su medio final o receptor.

Se puede identificar el destino final de la emisión de un residuo líquido: puede llegar al suelo convertido en lodos de depuración; a cursos hídricos en forma de hidrocarburos emulsionados en aguas de lavado; y al aire a través de solventes que se evaporan.

En el caso de desechos sólidos, éstos pueden fluir a través del agua como pigmentos de una fábrica textil; en el aire, como aerosoles que escapan de los filtros; y en el suelo, desde fondos de estanques.

Las emisiones gaseosas pueden llegar al suelo a través de la inyección profunda de gases; al agua, de un scrubber húmedo; pueden difundirse a través del aire como combustión incompletas, y/o emisiones de SOx, NOx.

Las auditorías de residuos y emisiones son adecuadas para las empresas que están interesadas en saber sólo si sus emisiones están dentro de las normativas vigentes, y averiguar el costo de la depuración de sus desechos y emisiones.

En las auditorías de residuos y emisiones orientadas a la minimización no sólo se determinan la cantidad, tipo y fuente de residuos y emisiones. Se trata también de determinar las causas de su generación. Se buscan las deficiencias en los procesos productivos que dan como resultado la generación de subproductos indeseados que se convierten en desechos. Se requieren inspecciones y análisis cuidadosos de los procedimientos y las materias primas que intervienen en todas las etapas de esos procesos.

Entre los objetivos que se propone este tipo de auditorías está la identificación (caracterización y cuantificación) de los flujos de residuos y emisiones, la determinación de las fuentes y las causas de su generación, y el cálculo de los costos de gestión.

Aparte de ayudar a conocer el estado real actual de la empresa en relación a los desechos, esta auditoría es un instrumento fundamental para la toma de decisiones referidas al Plan de Minimización. Ayuda a descubrir las causas de la generación de subproductos no deseados, especialmente las causas que no son específicamente técnicas, y las razones por las que muchos subproductos se gestionan como desechos en vez de ser minimizados o reutilizados.

Los resultados y conclusiones de esta auditoría son fundamentales para decidir cambios en la tecnología, en la gestión, en los embalajes y en las materias primas utilizadas en cada uno de los procesos.

Gracias a esta auditoría es posible identificar los flujos de residuos y emisiones, las fuentes y las causas de su generación, y los costos asociados. En el Plan de Minimización se plantean, seleccionan y ejecutan las medidas correctivas adecuadas para reducir, reciclar, concentrar y/o reciclar en todos los ámbitos posibles al interior de la empresa.

La auditoría tiene como propósito directo lograr la minimización de desechos, y se compone de varias etapas:

- la recopilación de la información general de la empresa,
- el análisis del proceso de producción mediante visitas a las plantas,
- reuniones con el personal,
- identificación de los procesos unitarios, de los desechos y emisiones.

Luego se debe realizar un balance de materiales: análisis de las entradas de materias primas y salidas de productos, subproductos, residuos y emisiones.

Uno de los momentos básicos en esta auditoría radica en la caracterización de los desechos. Aquí se deben analizar los datos relativos a sus propiedades físicas: fases, naturaleza y proporción, viscosidad, pH, presión de vapor, color, olor, porcentaje de compuestos, contenido de cenizas, humedad, y otros, también los datos relativos a su composición química y a la existencia de compuestos peligrosos, los datos en relación a su posible valoración energética y a su deposición controlada, es decir, la solubilidad, biodegradabilidad, movilidad en el suelo.

Con posterioridad se debe proceder a realizar un balance preliminar de materiales para cada proceso, la revisión del desequilibrio de materiales, el ajuste del balance de materiales y finalmente la evaluación del costo de gestión de residuos y emisiones.

En la evaluación del costo de gestión de residuos y emisiones se comprenden los costos directos y los costos de las responsabilidades futuras, deuda ambiental, costos ocultos de gestión y costos intangibles.

En los costos directos se deben considerar los impuestos, tomas de muestras, análisis de laboratorios, los servicios externos de recogida, transporte y tratamiento de desechos, etc.

En los costos de futuras responsabilidades se incluye, entre otros, el saneamiento de espacios contaminados por vertidos voluntarios, negligentes o accidentales, las compensaciones por



daños ocasionados a la salud de las personas, al ecosistema, y posibles costos jurídicos.

En los costos ocultos encontramos los costos de actualización de permisos para trasladar residuos a vertederos autorizados, ausentismo laboral originado por las enfermedades y lesiones causadas por las emisiones, la menor producción y el mayor consumo de recursos debido a la generación de desechos y otros.

En los costos intangibles podemos detectar la publicidad negativa y la poca aceptación de los productos por parte de los consumidores, las denuncias de organizaciones ecologistas, y el riesgo global que tiene la empresa al incurrir en un pasivo ambiental.

Este tipo de auditoría finaliza con la evaluación y presentación de los resultados y las sugerencias para la utilización de estos resultados.

Lo óptimo es, basándose en la auditoría, que la empresa ponga en práctica el Plan de Minimización, o, en su defecto, medidas mínimas imprescindibles para una mejor conducta con respecto al medioambiente.

### 3. Las "Buenas Prácticas"

Otra forma de contribuir a la minimización al interior de la empresa sin plantear cambios en los procesos productivos, es decir, sin: sustitución de materiales, modificación de equipos, incorporación de tecnologías limpias o rediseño de productos, es evitar los residuos y emisiones que se generan por motivos humanos y organizativos.

Las medidas que se adoptan en este ámbito fueron denominadas "Buenas prácticas" por la Agencias del Medio Ambiente y el Instituto Cerdá, en un manual cuya metodología inspira estas reflexiones y son conocidas por sus rápidos y sorprendentes resultados, por su simplicidad y bajo costo. Son medidas muy rentables y seguras, que no interfieren en los procesos productivos. Generan otros beneficios adicionales, que inciden en la competitividad de la empresa: hay un aumento en la productividad, se mejora la calidad de los productos, mejoran las condiciones laborales y hay una mayor motivación y preocupación de los trabajadores a todos los niveles de la empresa.

La implementación de las buenas prácticas puede hacerse en forma previa o simultánea al Plan de Minimización.

En todas las industrias hay áreas operativas que se prestan para incluir estas medidas simples en favor de la minimización de residuos.

Una de ellas es el control de inventarios, es decir, el seguimiento de la cantidad y movimiento de las materias primas y de los productos intermedios y terminados en la planta. El objetivo principal es no tener más material en stock que el que la empresa necesita para funcionar bien.

Hay dos áreas en las que se puede reducir la cantidad de residuos con el control de inventarios: los materiales caducados por estar demasiado tiempo en stock y deberán gestionarse como residuos, y también los materiales en stock que la empresa no ocupará por diversas razones (no necesariamente caducados).

Para evitar que esto ocurra, se recomienda comprar la cantidad de material estrictamente necesaria para cada etapa, de modo que no sobre material; reciclar los materiales excedentes en la misma empresa o venderlos; desarrollar procedimientos de inspección para los materiales antes de su adquisición; revisar las especificaciones de almacenamiento, tratamiento y utilización de los materiales, y seguir las instrucciones de los vendedores y fabricantes; aplicar la técnica de producción "just-in-time"(JIT); producir sin stock cuando sea posible; etiquetar como es debido todos los bidones, estanques, envases y contenedores; hacer conciencia entre los empleados para que utilicen primero los productos más antiguos (Fifo); utilizar sistemas informáticos para el seguimiento de materias primas y productos acabados.

En la etapa de almacenamiento y manipulación de materiales se recomiendan también algunas medidas sencillas como conservar el área de transporte en el almacén de materias primas bien iluminada, limpia y sin obstáculos; mantener las distancias entre productos químicos incompatibles; utilizar envases reutilizables o reciclables; construir adecuadamente el área de almacenamiento de materias primas y productos, etc.

Los escapes de materiales constituyen un peligro directo para la salud y para el medio ambiente, además de significar grandes costos en pérdidas de productos, operaciones de limpieza y eliminación de desechos.

La mejor forma de disminuir los efectos en los que se incurre por las fugas de productos, es prevenir que ocurran.

Algunas buenas prácticas para evitar las fugas y derrames de residuos y emisiones al interior de la planta son: almacenar correctamente los recipientes para que la posibilidad de rotura sea mínima y sea fácil de detectar cualquier trizadura; usar los estanques de almacenamiento y los contenedores siguiendo las recomendaciones del fabricante; asegurar que los recipientes estén bien mantenidos; conservar los materiales peligrosos en áreas donde las probabilidades de fuga sea mínima; reservar áreas impermeables y limpias para los estanques para recoger los escapes y, si es posible, poder reciclarlas; establecer procedimientos y controles administrativos para todas las operaciones de carga, descarga y transferencia; llenar los estanques por el fondo; instalar alarmas

de rebalse en los estanques de almacenamiento y comprobarlas en forma periódica; instalar un sistema de válvulas que incluya sistemas de cierre; usar estanques con cúpula o techo móvil, los que eliminan la evaporación a las cámaras que se forman entre la superficie del fluido y el techo del estanque evitando así la acumulación de vapores de sustancias volátiles que salen a la atmósfera; elaborar informes de todas las fugas y sus posibles medidas preventivas.

Otras medidas simples que facilitan la minimización de residuos tienen relación con el mantenimiento preventivo, es decir, la inspección y limpieza frecuente de los equipos, su lubricación, comprobación y reemplazo de las piezas. Algunas piezas móviles puede convenir reemplazarlas anualmente en los períodos dedicados a mantenimiento.

La segregación de los diferentes tipos de desechos es un cuasi requisito al interior de una empresa para ahorrar materias primas, aumentar la capacidad de reciclaje y recuperación y disminuir los costos de disposición.

Aislar los desechos sólidos de los líquidos, separar los materiales tóxicos de los no tóxicos, segregar los residuos tóxicos según el tipo de sus componentes mayoritarios.

Hay diversos ejemplos de industrias que se han visto favorecidas gracias a esta práctica, como una empresa dedicada al recubrimiento y pintura de alta tecnología en la industria fotográfica, para limpiar la tinta de la prensa utilizan tolueno, que se recoge como desecho. Esa empresa ha eliminado en la práctica su residuo de tolueno al separarlo según el tipo y el color de la tinta limpiada. Cada desecho de tolueno, segregado según color y tipo, se utiliza en limpiezas sucesivas del mismo tipo de tinta. Este procedimiento no perjudica la calidad del producto y permite reciclar casi un 100% del tolueno.

Hay ciertas "buenas prácticas" aplicables en diversos sectores industriales.

Por ejemplo, en el caso de la limpieza de piezas metálicas es recomendable, ante todo, evitar la limpieza, disminuyendo o eliminando la causa de la suciedad; elegir los agentes de limpieza menos peligrosos; optimizar la eficacia de la limpieza; separar los residuos de aseo; y potenciar el reciclaje y la recuperación.

Las operaciones de pintado y recubrimientos de piezas son comunes en todas las industrias, ya que siempre es necesario aumentar la resistencia al agua, al fuego, y la protección frente a la corrosión de máquinas y piezas.

En estas operaciones, normalmente se generan residuos debido a la aplicación con pistola de cantidades excesivas de pintura, por la extracción de pinturas, o por las emisiones de disolventes.

Para reducir en origen los residuos que se generan en las operaciones de pintado y recubrimiento es aconsejable emplear técnicas de control de inventarios y sistemas de seguimiento de materiales; estandarizar las pinturas, es decir, escoger y utilizar siempre las que mejor se conocen y que contribuyen en menor grado a la generación de residuos; mejorar la planificación de la producción, por ejemplo, pintar primero con colores claros y pasar progresivamente a los oscuros, reduciendo así la posibilidad de incorporar impurezas en la pintura; asegurar un correcto mantenimiento y manipulación de equipos como activar la pistola al principio y al final de cada pasada; utilizar pinturas al agua; y por último, inspeccionar que la superficie esté limpia, seca y sin polvo, antes de pintarla.<sup>15/</sup>

También existen buenas prácticas ligadas al diseño de los productos: Uso de modulación dimensional, miniaturización.

## VI. POLITICAS PUBLICAS DIRIGIDAS A LA MINIMIZACION DE RESIDUOS

La importancia internacional del tema, y las optimistas expectativas generadas por las experiencias ejecutadas: Catalyst, Propel, EP3, Lands Krona, Deer, Prisma, está despertando un creciente interés entre los países miembros de Cepal. A ello se suma la autorización incluida en el acuerdo de la OMC, para permitir continuar con subsidios ambientales.

La necesidad de terminar con los subsidios no permitidos por la OMC, generará en las economías cada vez más abiertas la oportunidad de transferirlos hacia las empresas que se incorporen a programas de Minimización de Residuos.

Las dificultades requeridas para formular un adecuado marco regulatorio, dotado de capacidad para ser fiscalizado, estimulan un enfoque orientado hacia la autoregulación.

El interés que las llamadas Normas ISO 14.000 está despertando incluso antes de su homologación, demuestra bien la afirmación precedente.

Diversos organismos en USA, entre los que sobresale el World Research Institute y el NIST están difundiendo resultados de la incorporación a la gestión de la denominada "Pollution Prevention", que tiene tanto de común con el enfoque aquí desarrollado de Minimización de Residuos, especialmente en lo referido a las "Buenas Prácticas".

Se promueve entonces un complemento al paradigma regulatorio que las más de las veces se convierte en un tratamiento "end of pipe".

El funcionamiento, ya se señaló, del Plan de Minimización requiere una actitud comprometida desde la alta gerencia hasta el último operador.

El estímulo a la organización dentro de la empresa a la formación de comités bipartitos empresarios - trabajadores, puede colaborar, junto a la incorporación de jóvenes trabajadores motivados por el tema, a esta conducta cuidadosa y amigable con el Medio Ambiente.

El cambio cultural será más rápido y duradero, en la medida que el Estado ejecute programas permanentes de Educación Ambiental.

Los efectos de una política que estimule la Minimización de Residuos se deberán notar en la industria, en minería, agricultura y servicios.

Los planes de minimización irán hilando cada vez más fino, en la medida que se vayan mejorando las transgresiones más evidentes y/o de retorno de inversión más rápido.

Las políticas públicas privilegiarán el trabajo con las Pymes: Transferencias Tecnológicas, Asesorías, Subsidios, corrigiendo las distorsiones del mercado.

Sin embargo, se requiere también el fomento tanto a las inversiones en Investigación y Desarrollo por parte de las grandes empresas como a que éstas colaboren en las soluciones tecnológicas de aquellas Pymes que integran su cadena productiva.

Junto con mejorar la calidad de los servicios y productos que aportan las Pymes a las grandes empresas se logrará abarcar el Ciclo de Vida de los productos. De esta manera se cubrirá el espectro que la Gestión Medio Ambiental exige y que se refleja en el paquete ISO 14.000.

El Estado puede jugar un rol de catalizador en la generación de ejemplos de economías en las empresas que repercutan en mayor amigabilidad con el medio ambiente y su posterior publicidad como efecto demostración.

Para caminar en este sentido, deben formularse políticas público - privadas destinadas a producir sinergías en:

- Redes de Transferencia Tecnológica
- Definición de roles de las instituciones públicas y privadas
- Apoyo financiero
- Apoyo tecnológico
- Publicidad

La ecoeficiencia es un producto a ser ofrecido a los empresarios. Para que sea adquirido por éstos es necesario conocer el mercado, poder explicar sus ventajas de manera de ser comprendidas y trabajar en las organizaciones que agrupan a los empresarios a nivel regional, sectorial, gremial, nacional.

Los programas de Minimización de Residuos se diseñarían desde la demanda y se incorporan dentro de las políticas generales de fomento productivo.

La orientación de la política estatal estará destinada a fomentar la producción y el mejoramiento de la productividad, y no sólo proteger el medio ambiente. En la práctica una empresa que adquiere bienes de capital modernos, incorpora tácitamente tecnologías más limpias. Una fábrica que se traslada desde el antiguo casco urbano a un parque industrial, encontrará redes y tratamiento para sus residuos líquidos, pero lo más importante es que sus nuevas instalaciones, jardines, colores, estimularán el cuidado y mantenimiento. Sus nuevas maquinarias serán de mayor precisión y menos generadoras de productos defectuosos que anteriormente engrosaban sus residuos. En consecuencia, el mejoramiento ambiental será el corolario de una empresa exitosa.

El Estado buscará involucrar al sector privado en la infraestructura organizacional en que se basan los programas.

Para obtener un involucramiento real, es requisito que el beneficiario participe en el pago de los servicios recibidos. Esto lo compromete; se requiere que éste sea un interlocutor válido de asesores que ganen, con su lenguaje comprensible y probada experiencia en terreno, la confianza del usuario (productor).

El empresario no debería, hacia ello apunta la política de Minimización, sentirse jamás prisionero de asesores, consultores o vendedores de equipos. El empresario lidera la acción.

El Estado abre un mercado, vía la exigencia normativa y el subsidio a la demanda, potenciando en forma durable la consultoría privada. Sin competir con ella, puede crear excelencia en institutos tecnológicos destinados a antena, transferencia y adaptación. Adicionalmente crea interfases entre la industria, la consultoría y los proveedores de tecnología.

Un error común es el de pretender que las empresas accedan a los beneficios otorgados por el Estado, vía el llenado de formularios que en los hechos le obliga a conocer ex ante sus debilidades y enfermedades. La lógica indica que dicho diagnóstico es el resultado de las primeras etapas de asesoría y no debe en consecuencia requerirse "a priori", sino de las etapas de asesoría siguientes al diagnóstico.

Una adecuada programación de la minimización de residuos debiera traducirse en "paybacks" muy cortos (retornos sobre inversión que la compensen en plazos del orden de dos años).

Estas consideraciones justifican el desarrollo de una estrategia del sector público orientada a la minimización de residuos.

Esta estrategia exige de las autoridades un conocimiento acerca de los sectores más contaminantes. Será de utilidad contar con un censo industrial, en lo posible anual, clasificado según ubicación, CIIU, cantidad de trabajadores, insumos de combustible, otras energías y producción.

A partir del Censo y reuniendo la información recopilada en contaminación hídrica, atmosférica y generación de residuos sólidos, podrá construirse un catastro o inventario de emisiones, herramienta actualizable que facilite orientar los esfuerzos a áreas geográficas y CIIU más contaminadas o contaminantes respectivamente,

El profundo conocimiento del sector industrial es requisito sine qua non para una acción efectiva.

Por otra parte, en la legislación de los países existen normalmente estímulos y sanciones que pueden ser utilizados para motivar (a veces sin requerir adaptaciones, sino su efectiva aplicación), la ejecución de programas de "Minimización de Residuos". Será también en consecuencia indispensable conocer detalladamente el marco institucional en que se desenvuelve la empresa. Esta malla incluirá las organizaciones de fomento, sus operadores, los institutos tecnológicos, la consultoría de ingeniería, el marco legal de la transferencia tecnológica, los otros organismos (universidades, asociaciones gremiales, ONGs, cooperaciones internacionales y extranjeras) que pueden contribuir a formular y materializar la puesta en marcha de una estrategia de fomento.

Tal como se indicó, normalmente hay ejemplos de acciones de cooperaciones internacionales en cada país del área. La GTZ ha colaborado no sólo a nivel central en Cepal, sino en los países que la integran en diversos sectores, por ejemplo textiles, galvanoplastia, calidad de aire, contaminación hídrica.

En 1989 UNEP/IE/PAC lanzó el Programa de Producción Limpia.

En inglés existen denominaciones como: "Cleaner Production", "pollution prevention", "waste reduction", "waste prevention", "eco-efficiency", y "waste minimization". A veces son utilizados como sinónimos. Se requiere ir más allá de las palabras para conocer el fondo del significado. De todas formas UNEP cuenta con Banco de Datos de gran utilidad y la posibilidad de asistir a través del PNUD a los países y territorios de América Latina y El Caribe.

Algunos ejemplos de experiencias exitosas divulgadas por UNEP: Control de emisiones atmosféricas para procesos de tratamiento térmico de metales (Singapur); recuperación del cromo de los efluentes de la industria del cuero (Grecia); Minimización de Residuos en la producción de algodón (Dinamarca); mejoramiento del Proceso y Control en la industria del cemento destinados a Minimizar Residuos (Indonesia); Nuevas Tecnologías para la

Galvanización del Acero (Francia); Detintado de Papel Usado (U.K.), Minimización de Residuos en el pintado de piezas de acero (Polonia), adhesivos al agua (U.K.) y disminución de solventes orgánicos también en el desgrasado y pintura (Suecia). UNEP desarrolló a partir de 1975 el "Industrie and Environment Programme Activity Centre" (IE/PAC), con sede en París (Francia), donde se encuentra numerosa información disponible.

De la misma forma, organizaciones privadas, estatales y mixtas están en diversos países ofreciendo colaboración a países en vía de desarrollo: en USA el NIST es un ejemplo exitoso de acción efectiva.

Diversas otras posibilidades de recibir información pueden ser facilitadas en seminarios y ferias, y consultas vía Internet. Los organismos de fomento y de medio ambiente organizan estos contactos y promueven convenios de cooperación, y también cláusulas a ser incorporadas en esta dirección en los Tratados de Libre Comercio.

En definitiva se requiere un marco institucional, centros regionales de transferencia tecnológica interconectados, en el interior y exterior. Además, intervención reguladora para corregir las distorsiones del mercado en el tema medio ambiental y participación de organismos calificados para estimar los costos económicos de las medidas que se propongan. Este marco institucional es complementado en el sector privado con la acción de asociaciones empresariales, consultores, proveedores de equipos y el personal a todos los niveles de las empresas que emprendan Programas de Minimización de Residuos.

Algunos de los instrumentos destinados "para fomentar la producción limpia":16/

- Créditos Blandos
- Subsidios
- Apoyo Tecnológico
- Programas Voluntarios
- Proyectos Pilotos
- Enfoque de fiscalización y control multimedia

Debe recalcar que la producción limpia no es el objetivo central de los instrumentos utilizados. Normalmente, ellos se orientan a la modernización productiva que, como subproducto, es ecoeficiente.

## VII. ALGUNAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Refiriéndonos a la minimización de residuos en la región, recogemos algunas conclusiones surgidas en el Informe del II Seminario Regional sobre avances y perspectivas de la gestión ambientalmente adecuada de los residuos urbanos e industriales.15/



En América Latina se generan grandes cantidades de desechos. Al mismo tiempo que aumenta su variedad y peligrosidad, crece el impacto ambiental y de salud para la región. Por lo general, los residuos industriales y urbanos son mal manejados. "Existen aún en la región debilidades significativas de tipo legal e institucional, así como en el campo de recursos humanos y técnicos, los instrumentos económicos y de gestión de residuos, los mecanismos de información y participación de la comunidad en estos temas, la sensibilización de los actores participantes y las políticas científicas y tecnológicas orientadas al cuidado del medio ambiente. Se hace muy poco en prevención y minimización."

Se puede añadir que en los últimos años se han realizado avances y existen instituciones y profesionales más especializados, más en lo relativo a residuos domiciliarios, en comparación a la situación de los residuos industriales.

"En relación con los residuos industriales, de todos los tipos y con pocas excepciones, la situación es muy precaria. Por lo general se desconoce quiénes generan esos residuos, cuánto generan, qué tipos principales de residuos se generan y cuáles son las prácticas de manejo y destino final. Esta situación es especialmente grave en lo que se refiere a los residuos industriales peligrosos.

"Se requiere proponer e implementar soluciones para una gestión ambientalmente adecuada a estos residuos", señala el documento de CEPAL recién citado.

Un mecanismo que ayudaría a la prevención de la generación de residuos y a la minimización, sería la aplicación y fiscalización de normativas legales e institucionales en toda la Región.

El desarrollo alcanzado por los países desarrollados en esta materia podría ser transferido en forma flexible y adaptado a la realidad latinoamericana, ya que hay problemas y soluciones comunes. Aparte de una política estatal de incentivos a favor de la minimización de residuos a través de la aplicación de tecnologías limpias, se hace urgente la incorporación activa de los grandes y pequeños empresarios, como también de la población en general.

Esta participación activa será resultado de una conducta responsable, a su vez obtenida gracias a educación, estímulos y sanciones.

La utilización de "Buenas Prácticas" de prevención, en todas las etapas del ciclo de vida de los productos, debe ser priorizada frente al camino del cumplimiento de normativas mediante tratamiento "end of pipe". En enfoque preventivo requiere poner en tensión el aparato de investigación y desarrollo y la utilización de consultoría especializada.

Notas

- 1/Durán, Hernán: "Contaminar o no contaminar" en revista "Induambiente", Santiago de Chile, mayo - junio 1996.
- 2/NACIONES UNIDAS: "Resoluciones aprobadas por la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo" (A/CONF.151/26/Rev.1), vol. 1, Río de Janeiro). Publicaciones de Naciones Unidas, Nueva York 1993.
- 3/CEPAL (1993), "Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile", Santiago de Chile, CEPAL, noviembre 1993.
- 4/Galloni, María del Carmen: "Siete claves para proteger a las empresas" en revista "ENFASIS AMBIENTAL", Buenos Aires, Argentina, marzo 1993.
- 5/CEPAL(1995), "Innovación en tecnologías y sistemas de gestión ambientales en empresas líderes latinoamericanas", Santiago de Chile, 1995.
- 6/VDI Nachrichten (1994), "Verbrennung so gut wie Recycling?", vol. 48, n° 30, Düsseldorf, 29 de julio.
- 7/Revista "INDUAMBIENTE", especial de residuos sólidos y reciclaje, Santiago de Chile, septiembre - octubre 1995.
- 8/Alyson Workurst, "Gestión ambiental en la industria minera y en la obtención de minerales en los países en vías de desarrollo". "Panorama Minero", Suplemento Especial Nro.3.
- 9/CEPAL (1991), "Análisis comparativo entre dos métodos de cuantificación de la producción de desechos industriales para cuatro países: Argentina, Colombia, Chile y Ecuador", Santiago de Chile, 1991.
- 10/CEPAL (1995), "Innovación en tecnologías y sistemas de gestión ambientales en empresas líderes latinoamericanas", Santiago de Chile, 1995.
- 11/Friedmann, Claudio, "Minimización de residuos. Conceptos y ejemplos", Embajada de los Estados Unidos de América, abril 1996.
- 12/ Montesino Jerez, Leopoldo: "La industria y el medio ambiente: estudio y análisis de relaciones entre variables económicas y ambientales para una muestra de empresas seleccionadas", Santiago de Chile, 1995.
- 13/ CEPAL (1993): "Evaluación técnico - económica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos. Los casos del vidrio, papel y plástico", Santiago de Chile, noviembre 1993.

- 14/ Agencia de Medio Ambiente, Institut Cerdà: "Manual de Minimización de Residuos y Emisiones Industriales", (1992).
- 15/ CEPAL (1994): "Informe del II Seminario Regional sobre avances y perspectivas de la gestión ambiental adecuada de los residuos urbanos e industriales", Santiago de Chile, setiembre 1994.
- 16/ Alfonso Salinas (1996): "Promoviendo la Gestión Ambiental y el Cambio Tecnológico en la Industria Chilena", UTMA MINECON, Fomento Público a Producción Limpia. Síntesis de Opciones y Modelos Presentados, Seminario WRI - CORFO INTEC, 1996.