

TEMA 1: ORIGEN Y DESARROLLO DE LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS

1.1 Introducción

El desarrollo industrial tuvo lugar en un marco económico y social en que los problemas ambientales raramente se tenían en cuenta. Las razones que lo explican son diversas: en un mundo menos poblado había otros factores de supervivencia más importantes; se desconocía la relación que existe entre polución y salud; los primeros conflictos tenían carácter local y podían resolverse también localmente, sin necesidad de parar las actividades; y también porque desde el inicio de la revolución industrial siempre se consideró que el beneficio que se obtenía de la industria era netamente superior a los inconvenientes que podía ocasionar.

Por mucho tiempo se ha visto como un ideal el hecho de que la producción de bienes y servicios no tenga una producción simultánea de residuos y desechos, pero no es algo que los planificadores tomen muy en serio. Siempre se consideró la idea como antieconómica y existía suficiente espacio disponible donde depositar los materiales no deseables.

Esta situación empezó a cambiar cuando la industrialización se hizo masiva y los problemas ambientales fueron mucho más evidentes al producirse los impactos dentro del perímetro de las aglomeraciones urbanas. Con el paso del tiempo, se ha tomado conciencia, paulatinamente, de la presión que ejerce la contaminación sobre los recursos naturales y la salud. Algunos incidentes de gran impacto alertaron sobre los problemas de salud, claramente relacionados con la polución generada por el progreso industrial. El caso más famoso es el del *smog* de Londres, causado por centrales térmicas alimentadas con carbón de excesivo contenido de azufre. Junto con los problemas de salud se fueron alineando en lugar preferente los otros impactos de la polución: molestias debidas a olores y ruidos, impactos de tipo estético y los daños ambientales más comunes. Europa, por ejemplo, produce más de 2 000 millones de toneladas de desechos sólidos cada año. Veinte millones de toneladas de estos desechos se consideran peligrosos.

Para las aguas residuales y las emisiones de las fábricas, la situación es muy parecida. Cada vez son más los impactos ambientales que se consideran como inaceptables. Los estándares se vuelven más estrictos y los costos de disposición aumentan.

Además, a los fenómenos de ámbito local se añadieron otros de mayor alcance: impactos de tipo regional como la lluvia ácida y globales, como la destrucción de la capa de ozono.

Ante estas evidencias y la creciente toma de conciencia de los ciudadanos, los gobiernos tuvieron que plantearse una actuación de protección ambiental. Para cubrir un espacio legal cada vez más complejo hubo que recurrir a la reglamentación. Esta fue, al principio muy específica para ciertos medios y actividades, pero poco a poco fue cubriendo todo el espacio ambiental, hasta llegar a la consideración integral de hoy día. Actualmente, con el fin de escapar de esta encrucijada, las autoridades y la industria están tratando de encontrar, de manera más seria, la forma de evitar totalmente la producción de desechos.

La respuesta de la industria fue, en los inicios, muy lenta. Puede hablarse de una inercia general difícil de vencer por muchas razones. En un mundo competitivo, como es el industrial, cualquier aumento de los costos de producción que no se implante de forma armónica en todo un sector, de lugar a competencia desleal y puede significar el cierre de una instalación que, hasta ese momento, fuese competitiva. La financiación de las inversiones, que no siempre es fácil de conseguir, aún es más complicada si se trata de actuaciones que no aportan beneficios directos.

Sin embargo, los grandes grupos económicos, después de algunos accidentes singulares y espectaculares, como los de Bophal y el del petrolero Exxon Valdez reaccionaron conjuntamente y asumieron que nadie estaba exento de tales peligros. Además de las vidas

humanas y el ecoambiente, estaban en juego sus responsabilidades penales y civiles y la imagen del grupo.

Para las medianas y pequeñas empresas (las pymes), la cosa no es tan simple. Un cambio siempre introduce incertidumbre hasta que la nueva situación no está completamente asimilada por la empresa. Solamente las empresas que se encuentran en condiciones favorables (buena tecnología y buena gestión en un mercado apropiado) pueden afrontar positivamente, e incluso sacar ventaja de la nueva situación.

La industria se ha visto obligada a pasar, en un breve período, de operar en una situación de absoluta tolerancia en la cuestión ambiental a otra de gran control. No sería exagerado hablar de cambio de paradigma. Cualquier cambio de este tipo requiere de una actuación progresiva y continua, con una gran responsabilidad solidaria de los gobiernos e instituciones para encontrar las vías adecuadas.

Esta revisión sucede en un momento en que el crecimiento de la competencia mercantil exige a las empresas, de alguna manera, que hagan mejoras en la eficiencia de su productividad y busquen medidas para reducir los costos. Cálculos sencillos del valor mercantil de los químicos que se han vertido en los desagües, apoyan la idea que tanto han sostenido los ecologistas sobre el hecho de que las emisiones, las aguas residuales y otros residuos, aparte de ser contaminantes, son un recurso no aprovechable.

De pronto, la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en las actividades cotidianas. En otras palabras, por fin se está razonando de manera más seria en producir sin desperdicios. Ya se piensa en una **producción más limpia**. Este cambio de actitud se volvió más evidente durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992. En la *Agenda 21*, la CNUMAD le dio prioridad a la introducción de los métodos de *producción más limpia* y a las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible. Esta prioridad se enfatizó en los *Capítulos 20, 22 y 30* de la *Agenda 21*.

Salvo algunas excepciones, los ministerios de industria (o economía) han tomado medidas reactivas frente a las medidas ambientales, en línea con la respuesta más general del sector industrial, como si retrasar la puesta en acción de las medidas ambientales fuese la única acción posible. Medidas proactivas como la racionalización del sector, el estímulo de la innovación, o las propias Producciones más Limpias (P+L), suelen adoptarse de forma excesivamente lenta.

Frente a esta alineación de la industria y la Administración, se han tenido que crear nuevos organismos gubernamentales: ministerios, secretarías o agencias, que llevaron adelante la acción de protección ambiental. Sus atribuciones y capacidad de acción en distintos países son muy dispares. En algunos casos habría que lamentar que su presencia es casi simbólica, con una legislación ambiental de tipo ornamental. En el otro extremo algunas actuaciones no han tenido en cuenta la necesidad de comprender lo que el cambio representa para el sector industrial y de actuar de forma progresiva, ya que las medidas reguladoras deben ir acompañadas de otras actuaciones gubernamentales que estimulen la adaptación al nuevo marco de referencia.

Un cambio de esta magnitud no puede realizarse modificando solo la legislación. Es necesaria una política coherente que incluya medidas administrativas basadas en los criterios de progresividad y continuidad para alcanzar objetivos específicos y viables. Las medidas administrativas han de contemplar acciones paralelas tales como la información e instrumentos económicos o financieros apropiados, que faciliten la adaptación.

El personal de los gobiernos está utilizando cada vez más los estándares y políticas regulatorias, el seguimiento ambiental y los incentivos económicos para influenciar a la industria y a los consumidores hacia la selección de los procesos y productos menos contaminantes.

El riesgo de depender demasiado de las políticas y estándares regulatorios es que las herramientas de gestión ambiental solo se utilizan para cumplir con las regulaciones y no para mejorar el desempeño. Por ejemplo, puede obtenerse un certificado cuando la compañía haya puesto en práctica un sistema de control de calidad de acuerdo con los estándares ISO 9000. Por lo general la compañía no hace mayores esfuerzos para mejorar el sistema de cuidado de calidad existente, así, el obtener el certificado se convierte en una meta en sí misma. Cuando se logra un sistema de cuidado de calidad con la visión de la *producción más limpia*, se tienen mejoras continuas, sin tomar en cuenta los posibles certificados que se puedan obtener a lo largo del proceso.

Este esfuerzo por alcanzar mejoras continuas, es una característica del concepto de *producción más limpia*.

Existen cuatro formas distintas de gestionar la tecnología para enfrentar el problema ambiental, referidas en orden creciente de interés:

Remediación de los daños ambientales producidos: Este es el modelo menos deseable porque introduce la tecnología para solucionar los daños ambientales causados en lugar de evitarlos. Pueden citarse como ejemplos la rehabilitación de explotaciones mineras y la limpieza de suelos contaminados por sustancias tóxicas.

Tratamiento de contaminantes al final del proceso: La tecnología se aplica después de la etapa final del proceso de fabricación para evitar la transferencia de contaminación al medio exterior, pero no evita su generación. Este es el caso de una planta de depuración de aguas residuales o de la incineración de residuos orgánicos.

Prevención de la contaminación en el origen: Dentro de este concepto se pueden incluir las P+L, o la valorización de subproductos.

Aplicación de sistemas ecológicamente sostenibles: Su aplicación debe ir precedida por el desarrollo de los sistemas e incluye medidas de estímulo de la innovación de nuevos productos y procesos que utilicen al máximo los recursos y no produzcan más impacto residual que el asimilable por el ecoambiente. Constituye el reto para el futuro más inmediato.

En la actualidad aún existe una gran tendencia a resolver los problemas mediante tratamiento de los contaminantes después del proceso de producción. Esta solución evita intervenir en el proceso industrial en funcionamiento, pero siempre encarece el costo de la producción. Es una respuesta de tipo conservador, en general relacionada con la ausencia de un enfoque proactivo. Desde hace muchos años, ha habido voces que indicaban la necesidad de dedicar una atención preferente a la prevención de la contaminación en su punto de generación. Pero su introducción solo se está produciendo muy lentamente, desde finales de la década de los ochenta.

La lentitud de la industria en adoptar voluntariamente sistemas de gestión ambiental apropiados no es necesariamente la mejor medida económica. La adaptación por imposición lleva asociada otras pseudoexternalidades debidas a mayores costos por auditorías, controles, tasas, inspecciones, consultores y juicios. La integración temprana de la apropiada gestión ambiental con las demás funciones de la gestión industrial es la forma más conveniente de alcanzar una posición óptima. Entonces, estas pseudoexternalidades tendrían que ser mínimas y debidas solamente a costos rutinarios de control o asesorías racionalizadas.

El proceso de producciones más limpias tiene sus prioridades en cuatro niveles, por lo que al aplicarla, el orden de prioridad para eliminar el contaminante debe ser:

1. - Evitar y reducir
2. - Reutilizar y reciclar
3. - Valorar
4. - Tratar / disponer

1.2. Conceptos de producciones más limpias

La *producción más limpia* es un término general que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Este se aplica de igual manera al sector de servicio, a los sistemas de transporte y a la agricultura. No se trata de una definición legal ni científica que pueda ser sometida a exámenes minuciosos, análisis o disputas sin sentido. Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos, pero también incluye algo más.

La *producción más limpia* hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de nuestros bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos.

Reconoce que la producción no puede ser absolutamente limpia. La realidad práctica asegura que habrá residuos de algún tipo, de varios procesos y productos obsoletos. Sin embargo, podemos –y debemos–, esforzarnos para hacer las cosas mejor que en el pasado, si es que queremos que nuestro planeta siga siendo habitable.

La *producción más limpia* no desconoce el progreso, sólo insiste en que el crecimiento es ecológicamente sostenible en un periodo más largo que aquél que han estado utilizando los economistas.

También es importante tener una visión más clara de lo que no es la *producción más limpia*. Algunos conceptos erróneos populares como que el reciclaje y el tratamiento de efluentes constituyen en sí una *producción más limpia*, deben refutarse constantemente, puesto que muchos intereses establecidos tratan de reclasificar los programas existentes bajo un nuevo título más popular.

El concepto de producción más limpia fue desarrollado en una reunión de expertos asesores del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989. La primera definición de la P+L fue:

“La forma de producir que requiere, conceptualmente y en el procedimiento para llevarla a cabo, sean consideradas todas las fases del ciclo de vida de un producto o proceso con el objetivo de prevenir o minimizar el riesgo, a corto y largo plazo, para los humanos y el medio ambiente”.

Esta definición ha experimentado algunas modificaciones. En un seminario organizado por el PNUMA en Oxford en 1996 se definía como:

1. La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada de los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos. La P + L se aplica a:
 - Los procesos de producción: conserva las materias primas y la energía, elimina materias tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
 - Los productos: reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto hasta su disposición final.
 - Los servicios: incorpora la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios.

Otras definiciones:

2. Un proceso de fabricación, o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebida para reducir durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.
3. El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción-consumo-recursos secundarios, de manera que el impacto sobre el funcionamiento del medio ambiente sea mínimo.

4. La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.

El énfasis principal es claro. Al igual que la prevención durante el proceso manufacturero, también es importante el tomar un enfoque del ciclo de vida para los productos en sí. El énfasis principal es claro. Al igual que la prevención durante el proceso manufacturero, también es importante el tomar un enfoque del ciclo de vida para los productos en sí.

Además de lograr un nivel más bajo de contaminación y de riesgos ambientales, la *producción más limpia* es, con frecuencia, una buena propuesta de negocios. El uso más eficiente de los materiales y la optimización de los procesos dan como resultado menos desechos y costos operativos más bajos. Por lo general, existe un aumento en la productividad de los trabajadores, con menos tiempo perdido por enfermedad y accidentes. Para procesos nuevos, tales procedimientos se encuentran ya incluidos en los equipos, pero aún para plantas viejas, con frecuencia existe un incentivo económico para modificar o cambiar el proceso existente. Ver la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos de producción más limpia y periodos de reembolso en los Estados Unidos

| Industria | Método | Reducción de desechos | Periodo de retorno de la inversión |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Producción farmacéutica | Reemplazo de solventes orgánicos con solventes a base de agua | 100% | < 1 año |
| Fabricación de equipos | Ultrafiltración | 100% del solvente | 2 años |
| Fabricación de equipos agrícolas | Procesos internos | 80% del lodo | 2.5 años |
| Fabricación de automóviles | Proceso cáustico reemplazado por limpieza neumática | 100% del lodo | 2 años |
| Microelectrónica | Proceso cáustico reemplazado por limpieza vibratoria | 100% del lodo | 3 años |
| Producción de químicos orgánicos | Absorción, condensador de sobrantes, respiradero de conservación, techo flotante | 95% de cumeno | 1 mes |
| Procesamiento de película fotográfica | Recuperación electrolítica por intercambio iónico | 85% del revelador; 95% de fijador, plata y solvente | < 1 año |

Los estudios de caso elaborados en Europa confirman estos hallazgos. Los proyectos *Landskrona* y *Prisma* en Suecia y los Países Bajos, respectivamente, confirman los resultados que se han alcanzado en los Estados Unidos. Australia y Canadá también pueden citar experiencias similares.

De igual manera, los países en desarrollo tienen experiencias positivas sobre la economía de este enfoque de desempeño ambiental.

1.3 Desarrollo ecológicamente sostenible

Existe una conciencia cada vez más generalizada que el actual sistema de producción y las pautas de consumo no son sostenibles en el futuro. Ello es más evidente a medida que muchos países en desarrollo se van incorporando progresivamente a los modelos de los países más industrializados, sin que estos hayan dejado de crecer desde el punto de vista cuantitativo.

El concepto de desarrollo ecológicamente sostenible, promocionado por la Conferencia de Río de 1992, supuso un paso adicional para introducir las P+L. No se trata solamente de resolver el problema de los residuos. El posible agotamiento de los recursos no renovables, el impacto de los CFC en la capa de ozono, el impacto de los procesos de combustión en la atmósfera y el derivado efecto invernadero, entre otros, constituyen una base más que suficiente para impulsar las P+L.

El concepto de desarrollo sostenible entró a formar parte del vocabulario habitual a partir de la publicación en 1987 del informe "Our Common Future", conocido también como informe Brundtland, preparado por la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED). El objetivo de esta comisión era relacionar los problemas del medio ambiente con los del desarrollo, combinando la lucha contra la pobreza con la economía y la ecología. Posteriormente, la Conferencia de Río en 1992 estableció un plan de acción para el siglo XXI y como tal llamada "Agenda XXI". Esta agenda global debe servir de referencia a gobiernos, empresas y todo tipo de organizaciones en la persecución del desarrollo sostenible.

Uno de los objetivos del desarrollo sostenible es orientar la innovación y el avance tecnológico hasta alcanzar un nuevo equilibrio en la transformación de los recursos asimilable por los sistemas ecológicos.

Los problemas que hay que afrontar son a escala global, regional y local. Junto con la dimensión geográfica hay una dimensión del riesgo implicado que es necesario evaluar. Algunos de estos riesgos derivados del sistema productivo alcanzan el ecoambiente en general. Otros afectan específicamente a la especie humana, como son la exposición de los operarios al ambiente del puesto de trabajo o a los contaminantes del agua de beber.

Entre los actores que participan en el desarrollo sostenible se cuentan de forma muy particular los gobiernos y la industria. En el caso de los riesgos de alcance global (capa de ozono, efecto invernadero, contaminación oceánica, etc.) y regional (lluvia ácida, contaminantes transfronterizos, etc.) es necesaria además la cooperación internacional. La P+L ha entrado a formar parte del conjunto de medidas adoptadas por el Sector de Producción y Servicios (SPS) para contribuir al desarrollo sostenible. Para avanzar más en su aplicación hay que descifrar las razones históricas y las barreras que dificultan una mayor implantación. Es inexcusable no aplicar la P+L donde se puede conseguir simultáneamente un beneficio económico y ambiental. En una primera etapa, los problemas de las corrientes residuales de la industria se orientaron hacia los tratamientos después de proceso. Este modo de resolver el problema requiere recursos adicionales y, en muchos casos, termina por producir otras corrientes residuales. Su efecto se puede considerar limitado. La P+L evita los problemas en el origen en lugar de solucionarlos una vez creados y al mismo tiempo aumenta la productividad de los procesos. Sin embargo, con la tecnología actual, la P+L no permite resolver más que una parte los problemas ambientales. El óptimo económico se consigue con una combinación adecuada de P+L y tratamientos de depuración, determinada por una evaluación económica de las alternativas. La innovación y el desarrollo tecnológico deben contribuir a que la proporción P+L aumente en la combinación óptima.

Para ello es preciso que la innovación y el desarrollo tecnológico cuenten con una dirección política apropiada. Los gobiernos disponen para ello de diferentes instrumentos políticos

que incluyen las medidas legislativas y reguladoras, instrumentos económicos que van desde incentivos a tasas, el estímulo de programas empresariales voluntarios, la definición y orientación de prioridades en la política de producción y consumo, la capacidad de generación y diseminación de información o el establecimiento de una infraestructura física e institucional adecuada. La industria, por su parte, ha tomado una serie de iniciativas voluntarias con vistas a la integración de la gestión ambiental (y la P+L) dentro del sistema general de gestión de la empresa.

La *producción más limpia* de bienes y servicios es esencial para que el concepto de desarrollo sostenible se vuelva realidad.

En la mayoría de los casos, la *producción más limpia* tiene una ventaja tanto económica como ecológica sobre los métodos tradicionales de control ambiental. Hasta la fecha, el obstáculo más importante sigue siendo el conservadurismo y la motivación humana, pero los mejores medios de divulgación de información y la adopción de tecnologías y productos que producen menos desechos, también son contribuyentes importantes para la *producción más limpia*.

El enfoque de la *producción más limpia* necesita la participación del personal de producción y operativo de las industrias y de los sectores de servicio, así como también, de especialistas ambientales. Por lo tanto, el público a quien va dirigido un programa de *producción más limpia* es muy amplio y debe adaptar su mensaje y sus consejos de acuerdo al público o acontecimiento en particular que esté siendo estudiado.

1.4 Evolución histórica

Desde hace años, algunas empresas están llevando a cabo programas de reducción de la contaminación tanto por razones económicas como para recuperar su imagen. Pero el impulso definitivo a la P+L se ha debido principalmente a la promulgación de una creciente legislación destinada a detener el proceso de degradación ambiental y la desventaja económica que representa utilizar solamente procesos de tratamiento, los que desde el punto de vista de su preferencia respecto al impacto ambiental que provocan, se jerarquizan como sigue:

- Reducción en el origen como la forma más deseable de gestión
- Reciclado y reutilización
- Tratamiento
- Acudir al depósito controlado, solo si no hay más remedio

Mientras tanto que la industria es la que al final debe poner en práctica la *producción más limpia*, el papel que tiene el gobierno es el de proveer un ambiente que acelere el proceso y que apoye a la industria para que inicie su propio programa de *producción más limpia*.

El rango de herramientas disponibles que intentan catalizar a la industria para que adopte la *producción más limpia* es grande, y varios países seleccionarán las combinaciones de herramientas que consideren más adecuadas a sus necesidades.

En la publicación *Estrategias y políticas gubernamentales para la producción más limpia* del PNUMA/IMA se analizaron las herramientas disponibles de acuerdo a cuatro diferentes categorías:

1. Regulaciones aplicables
2. Utilización de instrumentos económicos
3. Provisión de medidas de apoyo
4. Obtención de asistencia externa.

En los países industrializados, se han aplicado las primeras de estas tres herramientas, de manera general en el mismo orden que se muestra. La última herramienta, la cual se refiere a obtener asistencia externa, es especialmente relevante para los países en desarrollo y para aquellos que pasan por una transición económica. En otras palabras, los gobiernos han

establecido, primero las regulaciones diseñadas para limitar las emisiones en el aire, agua y suelo; después han introducido instrumentos económicos que alientan la práctica de estas regulaciones y penalizan su violación; por último, han dado apoyo a las industrias para hacer que las regulaciones se cumplan más fácilmente. En el proceso, los países desarrollados han adquirido extensos y complicados sistemas de regulación.

Las reglamentaciones no se han introducido en una escala masiva en los países en desarrollo y todavía no es claro si van a necesitar hacerlo.

Ciertamente, éstas no tienen que estar establecidas antes de la puesta en práctica de la *producción más limpia*, pues, con sus metas de cero emisiones y reciclaje total, no dependen necesariamente de la existencia de un amplio sistema regulatorio. Los países en vías de desarrollo podrían encontrar más conveniente depender de la toma de conciencia sobre los beneficios económicos implícitos en la *producción más limpia*. Con medidas de apoyo convenientes y con el uso de asistencia externa será suficiente para convencer a muchos dueños de industrias a que adopten procedimientos de *producción más limpia*, teniendo a las regulaciones y los instrumentos económicos jugando un papel menos importante del que tienen en los países industrializados.

Los precedentes más inmediatos de la P+L son la minimización de residuos y la prevención de la polución, con los cuales tiene muchos puntos en común. Sin embargo, desde los inicios de la revolución industrial se pueden encontrar antecedentes por motivos simplemente económicos. Siempre han existido industriales que han tenido claro que reducción de desechos y mejora de los rendimientos económicos suelen ir asociados.

La industria del hierro y el acero, una de las primeras desarrolladas con la industrialización, ofrece diversos ejemplos de reducción de residuos, tales como la recuperación del polvo y la reutilización de la chatarra. Estos avances se consiguieron en asociación con la introducción de nuevas tecnologías de hornos. El horno Siemens, desarrollado en 1857, recuperaba calor residual y lo reutilizaba para precalentar aire, ahorrando combustible y el costo correspondiente.

Al principio, la presión externa para controlar los residuos industriales se concentró en los efluentes biológicos de cervecerías, destilerías, tenerías y lavado de lanas por el riesgo sanitario y las molestias que representaban para la población. Sin embargo, ya las primeras normas de legislación ambiental impulsaban los tratamientos antes que la reducción de la contaminación. Esta política ambiental se mantuvo durante muchos años.

Con la implantación de la economía de escala aumento la cantidad de desechos industriales, cuya generación tendía, además a concentrarse en las grandes ciudades. En realidad, muchas veces las ciudades crecían alrededor de las industrias.

La percepción de un riesgo público sanitario atribuible a los residuos biológicos indujo a los primeros desarrollos en recuperación de desechos, sobre todo hacia su uso, derivándolos como fertilizantes.

Los incentivos para invertir en investigación y desarrollo con el fin de revalorizar los subproductos eran prácticamente nulos. Pero, a medida que las industrias se tecnificaban con la incorporación de más científicos y técnicos especializados, fueron posibles algunos avances simplemente tratando de mejorar los beneficios económicos.

Uno de los ejemplos más remarcables es el de la industria del carbón de coque, del cual se recuperaban amoníaco para su uso en la industria de fertilizantes, gas para el alumbrado, breas y alquitranes usados en la preservación de la madera, materiales para tejados y pavimentación de carreteras. Con el inicio de la Primera Guerra Mundial se empezaron a recuperar benceno, tolueno y fenoles.

Otro factor que en los comienzos pudo influir en la reducción de residuos fue la atención puesta en la gestión industrial y la eficacia de las operaciones industriales, estimulada por Frederick W. Taylor con sus "Principles of Scientific Management", publicados en 1911.

No obstante, a falta de grandes mercados, los incentivos que se podían aducir para la experimentación y el desarrollo de programas efectivos de reducción de residuos eran muy limitados.

En el primer cuarto del siglo XX, el impacto de los desechos municipales e industriales sobre los recursos acuáticos impulsó la gestión de residuos en los países industrializados. Pero de nuevo esta gestión estaba basada en los tratamientos y prácticamente ignoraba la prevención al generarlos.

Con el estallido de la Segunda Guerra Mundial hubo un nuevo impulso, esta vez de recuperación de los metales. Este incentivo disminuyó al finalizar la contienda y, a pesar de que se siguieron estudiando soluciones para recuperar materiales, los altos costos y la insuficiencia de mercados desanimaron a la industria.

La atención de los gobiernos hacia la gestión e residuos a través de la recuperación no se modificó hasta ya avanzados los años sesenta. La recuperación de aceites usados fue una de las primeras preocupaciones. En esa década se dieron grandes pasos con el inicio de una nueva tendencia en la investigación de modificaciones de procesos para reducir la generación de residuos.

A los generadores de residuos peligrosos se les requirió a disponer de un programa de reducción del volumen y la toxicidad de sus residuos en la medida de lo posible basado en evitar su generación. La minimización de residuos se definió como “ el esfuerzo organizado, sistemático, abarcador y continuado para reducir la generación de residuos peligrosos”. La disposición final de residuos debería ser solamente una solución para aquellos residuos inevitables.

La búsqueda de soluciones lo más integradas posible para reducir los problemas asociados a todo tipo de corrientes residuales y proteger los distintos medios ambientales (aire, agua y suelo) llevó a ampliar el concepto de *minimización de residuos* hasta la *prevención de la contaminación*.

Algunas industrias ya habían adoptado este concepto de prevención con anterioridad a cualquier definición oficial (ver el artículo de R.D. Fox “Pollution control at the source” publicado en “Chemical Engineering”, 1973). La novedad estaba en su aplicación generalizada como consecuencia de una decisión institucional.

1.5 Características de algunos instrumentos paralelos a las P+L

Minimización de residuos: El esfuerzo organizado, sistemático, comprensivo y continuado, para reducir la generación de residuos peligrosos sin la necesidad de tratamiento final de los mismos, mediante, el diseño de nuevos procesos productivos o modificación de los existentes o reutilizando los residuos en el propio proceso o en otro.

Prevención de la contaminación: Cualquier práctica que reduce la cantidad de cualquier sustancia peligrosa, contaminante que entra en cualquier corriente o bien es emitida al ambiente antes de su reciclado, tratamiento o disposición.

Ecoeficiencia: La eficiencia en el empleo de los recursos que se alcanza mediante la reducción paulatina de las materias primas renovables y no renovables y la energía, el desarrollo de procedimientos ecológicamente y económicamente eficientes, la minimización de la contaminación del agua, el suelo y el aire y la optimización de la prevención de riesgos.

Ecología ambiental: La búsqueda de un balance desde el punto de vista ambiental, de los productos, procesos y servicios de manera que los residuos producidos por un sistema, puedan ser utilizados como fuentes de materia prima y energía por otro

Factor 4: La forma de corregir las ineficiencias existentes en la forma actual de utilizar los recursos de modo que esta pueda cuadruplicarse, extrayendo, mas riquezas por unidad de recursos natural utilizado

Contaminación 0: El rediseño de los procesos industriales desde la selección de la materia prima hasta el consumo de producto de manera que aplicando modelos de transformación total, de entrada y salida y de agrupación industrial, identificando nuevas tecnologías y diseñando políticas industriales la contaminación se aproxime a 0.

Metabolismo industrial: Conjunto integrado y completo de procesos físicos aplicable en el ámbito de nación, región o entidades que convierte las materias primas y la energía, donde el control estabilizante lo suministra el componente humano, mediante balance de suministros, demanda de productos y mano de obra y mecanismos de precios.

Análisis de ciclo de vida: Un proceso objetivo que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

1.6 La P+L como optimización de procesos

La P+L se ha desarrollado en paralelo con otros conceptos e instrumentos de gestión ambiental, algunos muy relacionados con ella. No es extraño que se haga un uso confuso de los distintos conceptos, siendo una de las causas principales el que las definiciones pretenden ser muy amplias y fácilmente se solapan unas con otras.

Tal como se ha descrito, la minimización de residuos tuvo como objetivo la reducción de los residuos tóxicos producidos en un proceso, preferentemente mediante una actuación en el lugar de generación del residuo. Además, se comprobó que muchas reducciones de residuos se conseguían simultáneamente con una mejora de la economía del proceso.

En la minimización, la evaluación se inicia identificando en los diagramas de flujo los residuos tóxicos. Una vez identificados estos se siguen las líneas de flujo de las materias en sentido inverso al de su circulación, retrocediendo desde la salida del proceso hasta identificar su origen, donde se estudiarán y se aplicarán las medidas de minimización Ver figuras. 1.1 y 1.2.

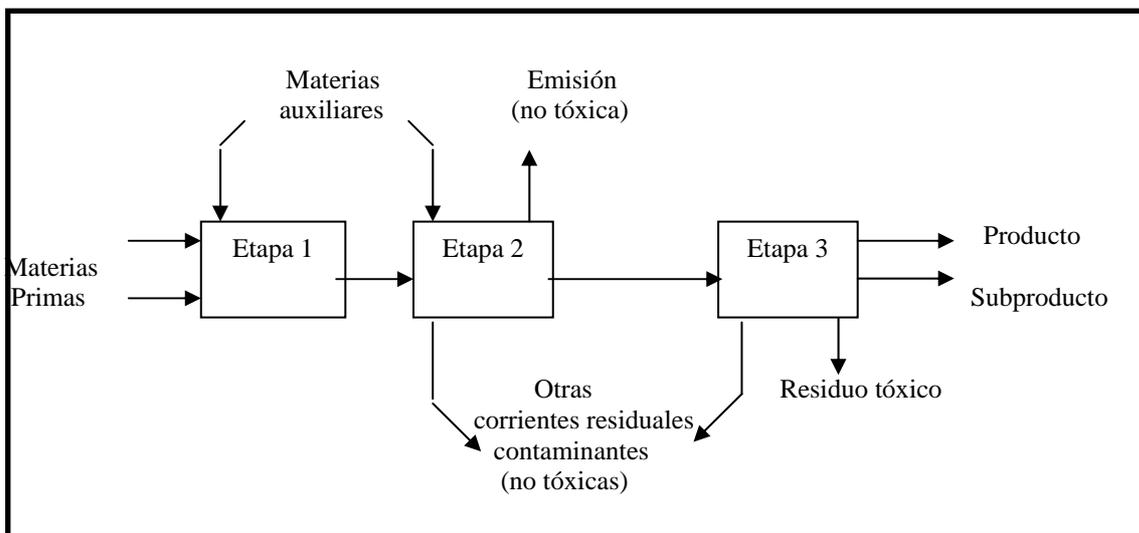


Figura 1.1 Diagrama de flujo del proceso

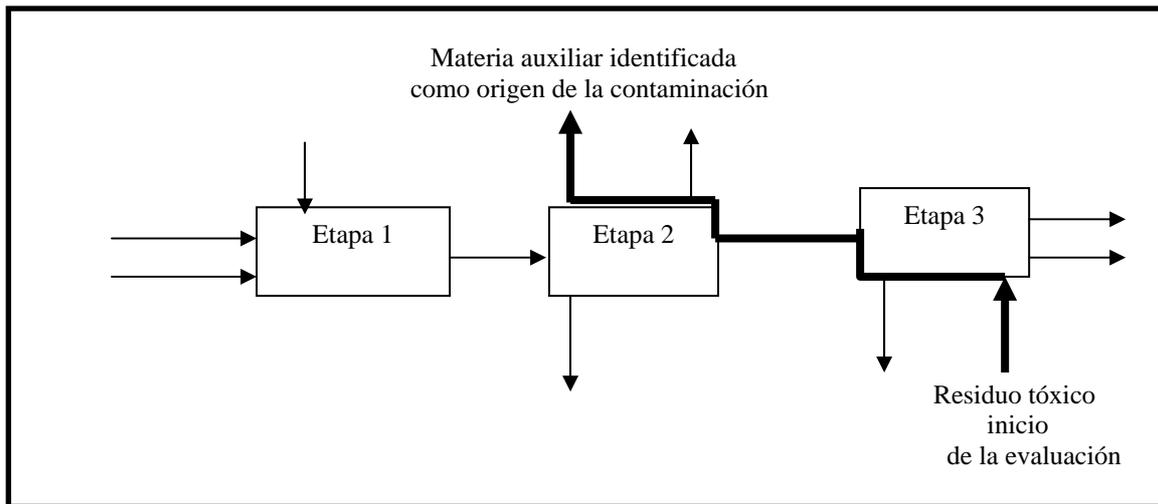


Figura 1.2 Evaluación de minimización

La prevención ambiental fue una ampliación del concepto de minimización a todas las corrientes residuales sin limitarse a los residuos peligrosos. La prevención también sigue un método de identificación del punto de generación por retroceso, pero esta vez iniciando el camino a partir de cualquier corriente residual identificada a la salida del proceso, sólida, líquida o gaseosa, sin considerar su peligrosidad.

Se sigue la línea de flujo del proceso a contracorriente, retrocediendo hasta encontrar sus orígenes (fig. 1.3).

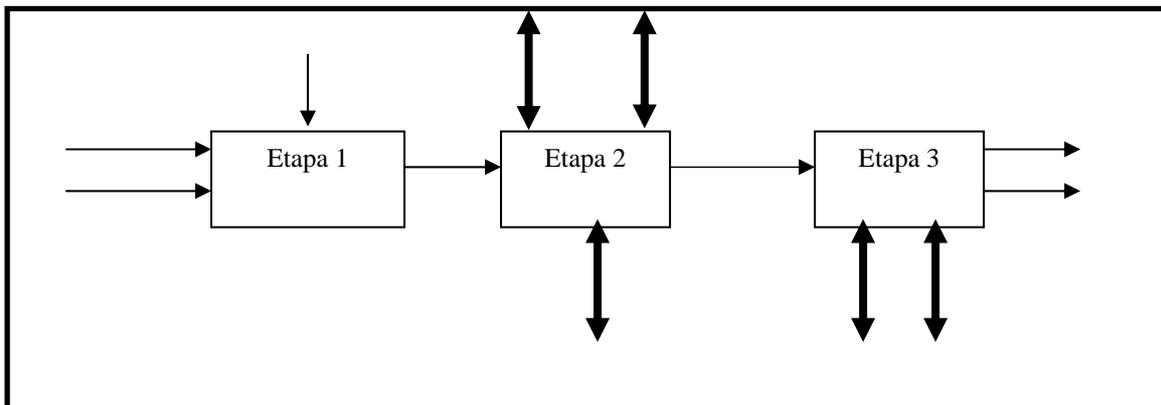


Figura 1.3 Evaluación de prevención (a partir de todas las corrientes residuales)

A diferencia de los dos anteriores, la P+L analiza los diagramas de flujo en ambas direcciones, iniciando su curso tanto a partir de las entradas como de las salidas de corrientes de proceso. Se analiza el uso de las materias primas, al igual que la energía consumida y el agua utilizada o cualquier otra entrada, para determinar si se puede mejorar el rendimiento de la transformación o de la transferencia, al igual que se hace con las corrientes residuales analizadas a contracorriente para minimizarlas (Fig. 1.4).

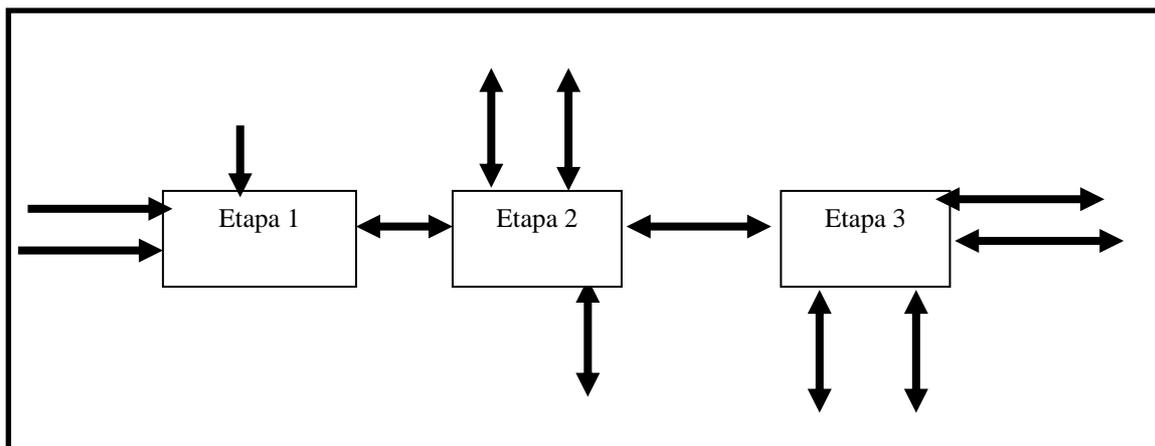


Figura 1.4 Evaluación de P+L (evaluación total en todos los sentidos)

En toda evaluación de P+L se persigue una optimización integral del proceso que se consolida en un beneficio ambiental y económico. Este beneficio puede, además, dar como resultado una disminución de los riesgos, peligros y responsabilidades, igualmente de interés para la empresa, pero que son a veces de difícil valoración económica.

Tanto a efectos de la economía como del aspecto ambiental, cuando el producto se consigue a través de varias etapas intermedias, la ineficiencia de cualquier etapa anterior se multiplica por las ineficiencias de las etapas posteriores. Al analizar el proceso desde el inicio del consumo de materias primas y en todas sus etapas, la P+L tiene la ventaja de buscar la optimización completa del proceso y no solo de aquellas etapas que originan residuos.

Por todo ello, las mejoras promovidas por la P+L pueden requerir realizar cambios en las materias de partida, en las variables controladas o en las etapas del proceso, cambios en los equipos, sus componentes o los materiales con que se han construido, así como en la forma de uso, y cambios en la organización, el control de la fabricación u otros aspectos de la gestión.

Las evaluaciones de P+L también proporcionan una base para la investigación de nuevas mejoras, al poner de manifiesto los puntos del proceso en los que sería prioritaria una innovación tecnológica que permitiera simultáneamente una mejora ambiental del proceso y de su competitividad.

Así mismo, los resultados de la P+L son aplicables a la fase de diseño de nuevas instalaciones, tanto para introducir en el proceso experiencias anteriores positivas, como para completar la evaluación de impacto ambiental del nuevo proyecto.