
CAPÍTULO II.- PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

II.1 La prevención de la contaminación.

Alcanzar un consenso en la definición de prevención de la contaminación ha sido tarea difícil para las diferentes organizaciones que le dieron auge. En México la legislación medioambiental define la prevención de la contaminación como: “El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del medio ambiente”. El gobierno de Canadá ha definido la prevención de la contaminación como: “El uso de procesos, prácticas, materiales, productos o energía que evitan o reducen la creación de contaminantes o desperdicios y ayudan a minimizar el riesgo a la salud humana y al medio ambiente”. En Estados Unidos no se ha definido legalmente el término tal vez la evidencia más cercana viene de la Acta para la Prevención de la Contaminación de 1990, la cual declara que: “La contaminación se debe prevenir y reducir desde la fuente de origen donde quiera que sea factible”.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) define la prevención de la contaminación como: “El uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la creación de contaminantes o el desperdicio de los recursos. Incluye prácticas que reducen el uso de materiales contaminantes, energía, agua u otros recursos, también incluye acciones de protección a los recursos naturales a través de la conservación y el uso más eficiente de los recursos”.

La prevención de la contaminación se logra a través de cambios en los productos, cambios en los procesos o cambios en los métodos de operación, en la figura 2.1 se muestra este método de reducción de recursos.

La prevención de la contaminación es un tema de reciente desarrollo, el enfoque tradicional para hacer frente a los requerimientos ambientales era sobre la tecnología de control y tratamiento (“fin de tubo”), cuyo objetivo de estas tecnologías era controlar y tratar los residuos generados durante el proceso, o bien, aplicar alguna tecnología de tratamiento para residuos y emisiones. Sin embargo, en los últimos años es cada vez mayor el número de industriales y profesionistas convencidos con el lema de que “un gramo de prevención vale más que un kilogramo de remedio”.

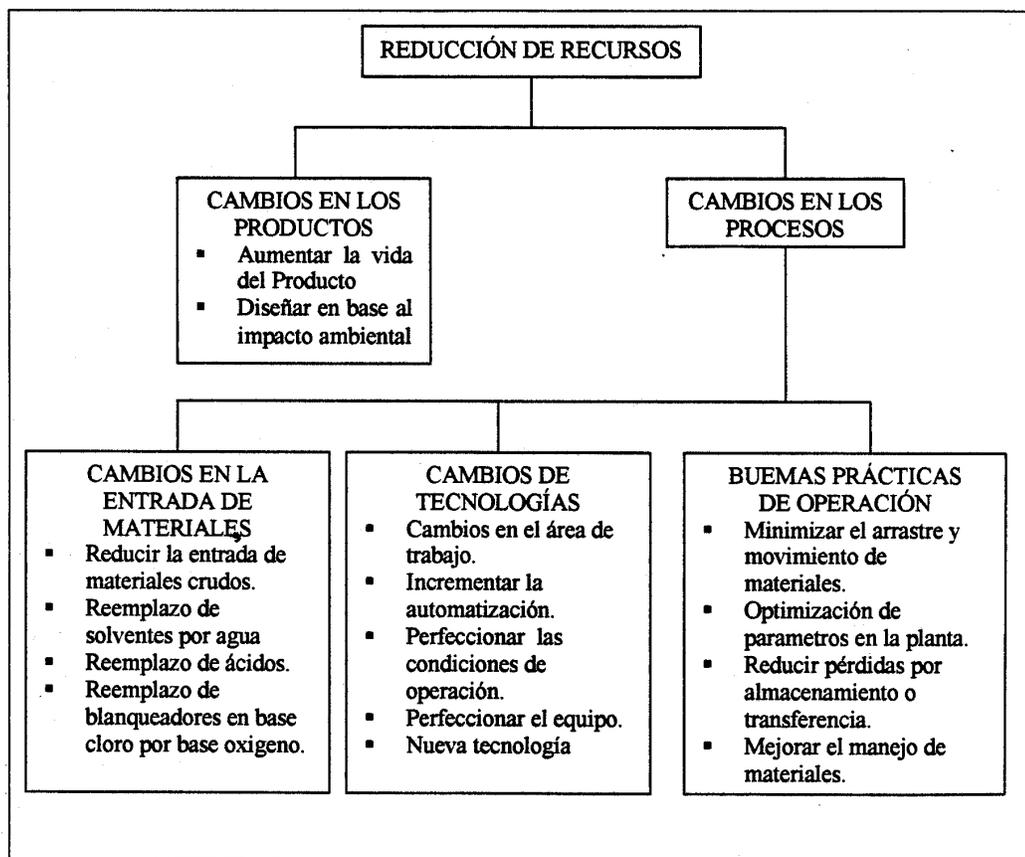


Figura 2.1 Método de reducción de recursos (EPA, 1992).

Debido a la internalización de los costos ambientales en las entidades generadoras de bienes y servicios han surgido una serie de cambios en conceptos y actitudes, cuyos aspectos centrales son los siguientes:

- El concepto clave es reducir la contaminación desde la fuente de generación, esto puede ser por reducción de volumen de contaminante o bien, por la reducción de toxicidad del mismo.
- El alcance de la responsabilidad ambiental de la entidad generadora se ha extendido hasta cubrir todo el ciclo de vida del producto.
- La contaminación ha dejado de verse como un mal necesario para visualizarse principalmente como un indicador de ineficiencia y atraso tecnológico.

La prevención de la Contaminación incluye un espectro de estrategias tales como:

- La administración de inventarios, para evitar el desperdicio de materias primas
- La reingeniería de los procesos, equipo o productos, buscando una minimización de los residuos a través de buenas prácticas de manufactura y el mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones.
- Las prácticas de uso eficiente de energía.
- Las prácticas de uso eficiente de agua.
- El reciclaje y reuso de sub-productos y desechos.
- El cambio tecnológico para reemplazar tecnología obsoleta y contaminante, e incluso el cambio de materias primas y de producto, para sustituirlos por materiales menos contaminantes o productos reciclables.

A través del tiempo y de diversas experiencias para algunas empresas se ha hecho evidente que la mejor estrategia para manejar la contaminación es evitarla, lo cual ha

generando iniciativas que van desde los aspectos más sencillos del manejo de procesos, hasta los conceptos más revolucionarios, como el de “Diseñar para el medio ambiente” un enfoque que puede modificar prácticamente cualquier proceso industrial actualmente en uso.

En este contexto, la prevención de la contaminación ha evolucionado rápidamente hasta convertirse en la tendencia dominante entre las estrategias de gestión de la contaminación para el próximo siglo.

La idea básica es prevenir la generación de contaminantes en lugar de controlar la contaminación o manejar los residuos una vez que ya se han generado. El término reducción en la fuente es un sinónimo de prevención de la contaminación. Existe una jerarquía para aplicación de tecnologías y estrategias de acuerdo a prioridad conocida como estrategia del triángulo invertido, la cual se muestra en la figura 2.2.

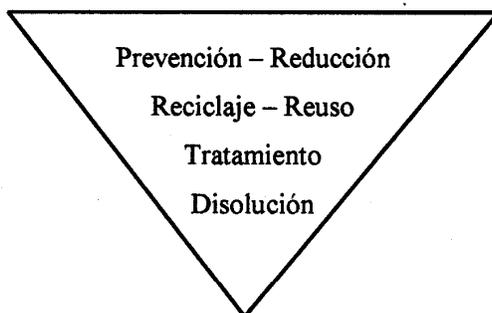


Figura 2.2 Estrategia de triángulo invertido para prevención de la contaminación.

Esta estrategia fue establecida por el congreso de USA en el acta de 1990 para prevención de la contaminación. Esto significa que la estrategia primordial es prevenir la contaminación. En el mismo nivel se encuentra la reducción en fuente o minimización de contaminantes que son términos semejantes. Como segundo punto se tienen las prácticas de reciclaje y reuso, estas actividades aportan grandes beneficios por reducir la

contaminación al hacer uso de los residuos que no pueden ser prevenidos, posteriormente las actividades de tratamiento y como última alternativa la disposición de residuos en confinamientos o rellenos sanitarios, según sea el caso.

II.1.1 Situación actual de la prevención de la contaminación

Mientras muchas compañías han adoptado programas de prevención de la contaminación, todavía es bastante lo que se necesita hacer. Particularmente respecto a la pequeña y mediana empresa, las cuales en la mayoría de los casos, carecen de los recursos y la habilidad para implementar programas de prevención de la contaminación. Muchos de los obstáculos en el avance del concepto de prevención de la contaminación se deben a la falta de información, falta de tecnología y por último falta de dinero.

En algunos países existe una necesidad evidente de desarrollar sistemas de promoción y programación del concepto de prevención de la contaminación. También se requieren paquetes financieros más atractivos para estimular la asistencia técnica y los programas de capacitación y facilitar la adquisición de equipo y la mejora de los procesos.

Es necesario trabajar en la prevención de la contaminación para acentuar la protección de la vida de los seres humanos, animales, plantas, la salud y el medio ambiente.

II.1.2 Propuestas de la prevención de la contaminación

Para estimular la puesta en ejecución de la prevención de la contaminación en los países de América del Norte, un equipo de consultores de los tres países (Estados Unidos, México y Canadá) han propuesto emprender las siguientes actividades:

1. Intercambio de información

- Empezar actividades diseñadas específicamente para intercambiar información entre los tres países, tales como conferencias, mesas redondas y talleres para

estimular la formación de redes de trabajo en la prevención de la contaminación en América del Norte.

2. Asistencia en la prevención de la contaminación

- Estimular a los gobiernos y otras organizaciones para que incluyan asistencia en la implementación de programas de capacitación y apoyo en la prevención de la contaminación en la industrias ya existentes e instituciones educativas.
- Establecer programas que estimulen a las compañías con programas de prevención de la contaminación ya implementados para asumir el papel de consejeros de otras industrias locales.

3. Proyectos demostrativos

- Patrocinar y promover nuevos proyectos demostrativos de prevención de la contaminación en regiones y sectores donde aún no se emplean.
- Estimular los esfuerzos a nivel comunitario para la prevención de la contaminación, quizás proporcionando información sobre las mejores prácticas en cuanto a prevención de contaminación a nivel comunal.

4. Mecanismos financieros para la prevención de la contaminación

- Desarrollar y promover entre la empresas de la comunidad formas creativas de financiamiento para la prevención de la contaminación.
- Coordinar esfuerzos con la industria de servicios financieros que estimulen la extensión o la existencia de mecanismos financieros para compensar los programas de prevención de la contaminación.

5. Políticas y prácticas industriales

- Estimular y ayudar a las compañías a construir objetivos que incorporen los principios de la prevención de la contaminación.
- Patrocinar talleres enfocados a la prevención de la contaminación para la alta gerencia industrial. Estos talleres pueden ser co-patrocinados por organismos gubernamentales o no gubernamentales y operados bajo base de recuperación de costos.
- Desarrollar herramientas de aprendizaje a distancia que traten el tema de la técnica de prevención de la contaminación y sus beneficios en diferentes idiomas, para ayudar a profesionales científicos, técnicos, financieros y administrativos.

II.2 Fundamentos para establecer un programa de prevención de la contaminación.

□ Evaluación de la minimización de residuos

Al establecer un programa de prevención de la contaminación, el primer paso efectivo es realizar una evaluación de la minimización de residuos, llamada también una “auditoría de minimización de residuos”. La evaluación de la minimización de residuos, identifica y caracteriza el flujo de los residuos, los procesos responsables de la generación de cada residuo y el volumen descargado.

La evaluación de la minimización de residuos es simplemente una revisión estructurada del potencial de oportunidades que tiene una fábrica para reciclar o reducir sus residuos y puede ser hecha por un mismo personal o por un experto independiente. Su objetivo puede ser amplio o específico, aunque generalmente es más efectivo seleccionar pocos residuos o procesos para la evaluación intensiva en lugar de cubrir todos los grupos de residuos y

procesos a la vez. En la figura 2.3 se muestran las principales técnicas de minimización de residuos.

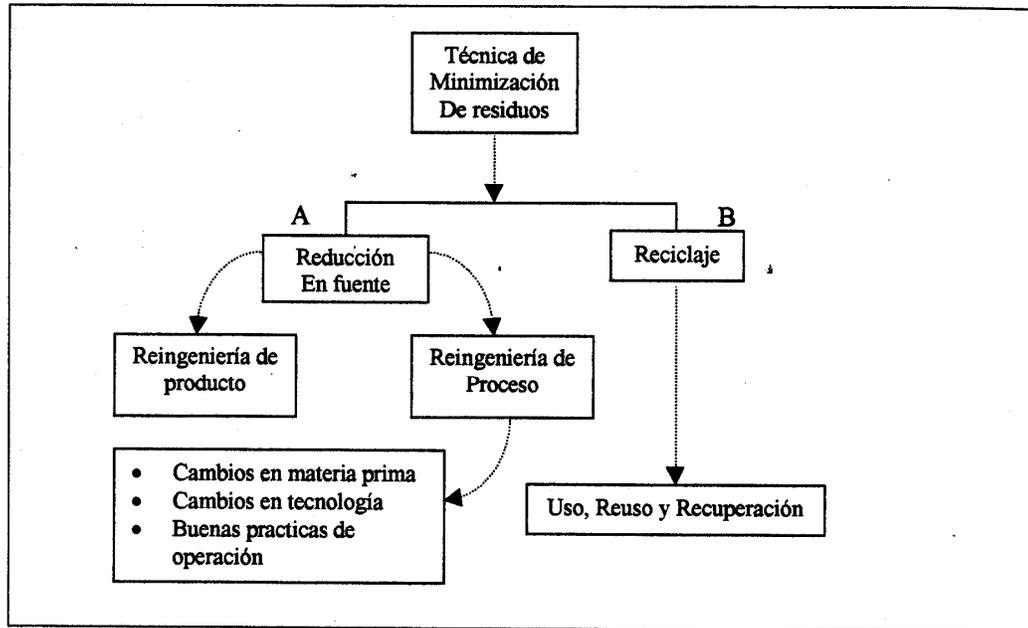


Figura 2.3 Técnicas de Minimización de Residuos

Las técnicas de minimización de residuos se agrupan en dos áreas de actividades especiales que son:

A) Reducción en la fuente

Esta actividad se define como la reducción de volumen y toxicidad de los residuos generados en cualquier proceso. Es una actividad de prevención de la contaminación ya que al reducir el volumen o toxicidad de un contaminante, reduce a su vez los problemas que pudieran surgir por manejo, tratamiento y disposición de los residuos y los costos asociados a éste. Las prácticas de reducción en la fuente pueden efectuarse en casi cualquier fase durante la generación de residuos, desde materias primas hasta equipo o productos. Se subdivide a su vez en reingeniería de producto y reingeniería de proceso.

La reingeniería de producto implica cualquier método que es empleado para reducir el volumen o toxicidad de los residuos producidos por una industria a través de un cambio realizado en el producto que fabrican. Este cambio puede implicar la disminución o alteración de ciertas especificaciones del producto, por ejemplo en la pureza, cambiando la composición química o el estado físico. Este concepto involucra un diseño más amigable de producto con la finalidad de reducir su impacto al medio ambiente. Con este tipo de diseño se incrementa la vida útil de producto y se reduce automáticamente la generación de residuos, como ejemplo tenemos las baterías recargables y los envases retornables.

Otra alternativa para realizar cambios en el producto, es la sustitución de materias primas. Esta actividad involucra la sustitución de algunos de los materiales usados como materia prima por otro. En la selección del material sustituto se debe considerar que sea menos peligroso o que genere una menor cantidad de residuos que el utilizado originalmente, cuidando siempre que calidad del producto final no se vea afectada por este cambio.

La reingeniería de proceso involucra la modificación del diseño del proceso actual para: incluir nuevas operaciones unitarias, implementar nuevas tecnologías, realizar cambios en las operaciones de operación del proceso, realizar cambios en las prácticas de operación que afectan al proceso; abarcando así diversas áreas, desde producción, calidad del producto y operación.

Esta serie de cambios esta destinada a mejorar la eficiencia del proceso de producción y minimizar los residuos que se generan con lo que se disminuyen los costos por manejo y disposición de residuos.

Muchos procesos actuales fueron diseñados cuando la prevención de la contaminación no era prioridad y hoy en día, han tenido que recurrir a la reingeniería para cumplir con la cada vez más estricta, normatividad ambiental. También se incluyen dentro de la reingeniería del proceso la modificación de equipo, a pesar de los altos costos iniciales asociados.

B) Reciclaje

El reciclaje se define como: “Serie de actividades incluyendo la recolección, separación y procesamiento por medio de los cuales los productos u otros materiales son recuperados de la corriente de residuos sólidos para ser usados como materia prima en la fabricación de nuevos productos” (Sistema Nacional de Prevención Ambiental, 1998).

Estas actividades incluyen uso, reuso y recuperación de los residuos que se generan y pueden efectuarse dentro del proceso o fuera de él, sin embargo, las actividades de reciclaje fuera del proceso no se consideran técnicas de prevención de la contaminación. Esta opción se debe considerar solamente cuando las actividades de reducción en fuente no pudieron ser implementadas ya que generalmente estas últimas son menos costosas que el reciclaje.

El uso y reuso de los residuos dentro del procesos, implica el uso de éstos como materia prima en alguna etapa del proceso con lo cual se reducen los costos por compra de materia prima, por manejo y disposición de residuos. El reciclaje de los residuos fuera del proceso o instalación se realiza cuando el residuo no puede ser usado en el proceso de producción.

En ocasiones, un residuo generado en una planta puede ser transferido a otra para ser usado como materia prima. Este intercambio es económicamente ventajoso para ambas

compañías ya que reducen los costos de manejo y disposición para el generador y los costos de materia prima del usuario.

La recuperación de residuos puede realizarse dentro de la planta y fuera de ella, y su uso efectivo depende mucho de una segregación adecuada de los residuos recuperables de otros residuos del proceso o de materiales extraños. La segregación asegura que el residuo no se contamine y puede por lo tanto, ser manejado como un producto. Algunos ejemplos de recuperación de residuos son:

- Sistema de recuperación de solventes
- Sistema de recuperación electrolítica para recuperar cobre y plomo de los procesos de tratamiento de aguas residuales

Los resultados de una evaluación de minimización de residuos permite a las empresas identificar las propuestas más efectivas para reducir el volumen y toxicidad de los residuos generados. De esta manera pueden tomar decisiones basadas en información confiable y destinar recursos para la reducción de residuos en la industria y para programas de reciclaje. La Tabla 2.1 sugiere una serie de pasos para evaluar la minimización de residuos.

Tabla 2.1 Sugerencias para evaluar la minimización de residuos (EPA, 1987)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Hacer una visita detallada a la fábrica para recolectar datos sobre contaminantes específicos y procesos relacionados.➤ Seleccionar los contaminantes para analizarlos detalladamente.➤ Desarrollar una serie de opciones potenciales de minimización.➤ Evaluar las opciones preliminares (incluyendo costos preliminares).➤ Presentar los resultados preliminares y las opciones al personal de la planta.➤ Preparar el informe final e incluir las recomendaciones al administrador de la fábrica.➤ Desarrollar un plan de implementación y su respectivo cronograma. |
|---|

□ Manejo más estricto del inventario

Consiste en minimizar los residuos generados por compuestos químicos usados en excesos, que están caducos o fuera de uso, a través de un programa que administre de manera más estricta el inventario, lo que incluiría:

- Comprar la cantidad necesaria de materias primas para una producción o período de tiempo determinado.
- Desarrollar procedimientos para la aprobación y la revisión de todas las materias primas compradas.
- Implementar la producción “justo a tiempo” (las materias primas van desde el lugar donde se reciben hasta el área de producción para su uso inmediato y el producto final se embarca sin almacenamiento intermediario).

□ Modificaciones en el proceso de producción

La minimización de residuos en la fuente también se logra de manera significativa si se mejora la eficiencia del proceso de producción. Las técnicas disponibles son:

- 1) Mejora en los procedimientos de operación y mantenimiento, esto permite el uso óptimo de la materia prima empleada en el proceso de producción. En cualquier empresa, el primer paso para establecer operaciones que conduzcan a la prevención de la contaminación es examinar sus procedimientos de producción y buscar la forma de mejorar la eficiencia. La revisión podría incluir todos los segmentos del proceso desde la recepción de la materia prima hasta la producción y el almacenamiento final del producto. La Tabla 2.2 enumera algunas prácticas adecuadas que posibilitan la prevención de la contaminación.

Tabla 2.2 Prevención de la contaminación mediante prácticas adecuadas de operación.

Segregación de Residuos	<ul style="list-style-type: none"> *Prevenir la mezcla de residuos peligrosos con los no peligrosos *Almacenar los materiales en grupos compatibles *Segregar diferentes solventes *Aislar los residuos sólidos de los líquidos
Programa de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> *Mantener un registro de la ubicación del equipo, sus características y mantenimiento *Mantener un cronograma del plan preventivo maestro *Tener a la mano los manuales de los proveedores de equipo
Programas de capacitación y de alerta	<ul style="list-style-type: none"> *Mantener un archivo manual o automatizado de las reparaciones realizadas *Capacitar en: <ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de equipo para minimizar el uso de la energía y el desperdicio de materiales. - Manejo apropiado de los materiales para evitar derrames y desperdicios. - Prevención de la contaminación mediante la comprensión de las consecuencias ambientales de la generación y disposición de residuos peligrosos.
Supervisión Efectiva	<ul style="list-style-type: none"> *Detección y minimización de la descarga de materiales en el aire, suelo o agua. *Procedimientos de emergencias para minimizar la pérdida de materiales durante accidentes. *Supervisar adecuadamente para mejorar la eficiencia de la producción y minimizar la generación de residuos que ha pasado desapercibida. *Centralizar el manejo de los residuos, nombrar a un responsable en cada departamento, dar a conocer al personal los beneficios de la prevención de la contaminación, evaluar la prevención de la contaminación.
Participación del Personal	<ul style="list-style-type: none"> *Crear "círculos de calidad" (un forum libre entre empleados y supervisores) para identificar diversas maneras de minimización de residuos. *Solicitar y recompensar las ideas que propongan los empleados para reducir la contaminación.
Planificación y Cronograma de la Producción	<ul style="list-style-type: none"> *Maximizar el tamaño de la producción en los lotes para reducir los residuos de la limpieza o enjuagues. *Dedicar determinado tiempo para un producto específico. *Alterar la secuencia de los lotes para minimizar la frecuencia de la limpieza (por ejemplo una secuencia de lo más claro a lo más oscuro).
Asignación de Costos y Contabilidad	<ul style="list-style-type: none"> *Asignar a los procesos y productos específicos los costos directos e indirectos de las descargas que se emiten al aire, suelo y agua. *Asignar a las operaciones que generan residuos los costos del tratamiento y disposición.

2) Sustitución de materiales peligrosos. Los materiales peligrosos que se usan en la formación de un producto en proceso de producción pueden ser remplazados por materiales menos peligrosos y no peligrosos, se puede disminuir la cantidad de residuos peligrosos y a la vez el costo de equipo que se requiere para cumplir con las normas ambientales. Es importante tener en cuenta no sólo la materia prima potencialmente peligrosa, sino también los compuestos químicos que se usan en el mantenimiento y operaciones de limpieza, pues ellos constituyen buena parte de los residuos peligrosos.

3) Modificación o cambio en equipo. Se puede disminuir la generación de residuos si se instala equipo más eficiente o si se modifica el equipo existente para aprovechar mejores técnicas de producción. En muchos casos basta algunas modificaciones simples y sin mayor costo para asegurar que los materiales no se desperdicien ni pierdan, tales modificaciones pueden ser tan fáciles como el rediseño de partes para reducir los enjuagues en los baños de galvanizado, instalar sellos más herméticos para evitar fugas o instalar vasijas para recoger material que gotea y se pueda usar. Los derrames, las fugas y otras pérdidas de material son causa común de contaminación, sin embargo son fáciles de resolver si se mejoran los procedimientos de operación y mantenimiento.

□ Reducción del volumen de residuos

Los métodos para reducir el volumen incluye técnicas para separar los compuestos tóxicos, las sustancias peligrosas y los residuos que se pueden recuperar del total de desechos. Estas técnicas generalmente se emplean para incrementar la recuperación de materiales, disminuir el volumen y con ello los costos de disposición o incrementar las opciones de manejo de residuos. Las técnicas disponibles son: segregación de residuos en la fuente y concentración de residuos.

En muchos casos, la segregación de residuos es simplemente una técnica económica para minimizar residuos. La separación de los residuos tóxicos o peligrosos previene la mezcla de los residuos, pues de lo contrario todos los residuos se contaminarían. Esta técnica se aplica a una variedad de residuos e industrias y generalmente involucra cambios simples en los procedimientos de operación. Una técnica muy usada para segregar residuos es la recolección y almacenamiento de los solventes usados en la limpieza de equipos (tales como tanques, tuberías, bombas o impresoras) para incorporarlos nuevamente en la producción. La segregación también mejora el potencial de tratar o reciclar los residuos y disminuye el costo del tratamiento y disposición.

Se dispone de varias técnicas físicas para reducir el volumen de un residuo. Tales técnicas generalmente remueven un componente de residuo, que podría ser el agua. Los métodos de concentración de residuos disponibles incluyen la gravedad y filtración al vacío, evaporación, ultra filtración, ósmosis inversa, vaporización congelada, filtros prensa, secado al calor y compactación.

□ Recuperación de residuos

La efectividad de la recuperación depende de la segregación del residuo recuperable para que no se mezcle con residuos de otros procesos o con materiales extraños. La segregación asegura que el residuo no se contamine y que la concentración del material recuperable se maximice. La recuperación de residuos se puede realizar en sitio o fuera de la fábrica.

Los residuos se pueden recuperar de manera más eficiente en la misma fábrica, pues la posibilidad de contaminación con otros materiales es menor y no existen los riesgos relacionados con el manejo y transporte de materiales. Generalmente se recuperan metales,

compuestos químicos y materiales orgánicos. Algunos residuos pueden ingresar directamente como materia prima al proceso de origen, mientras que otros requieren de un tipo de purificación antes de su reuso. Existen diversos procedimientos físicos y químicos para recuperar residuos, la elección dependerá de la característica fisico-química del residuo, de factores económicos y de requerimientos de operación. Los residuos se pueden recuperar para ser reusados en la misma fábrica o pueden servir en otros procesos industriales.

La mayoría de los residuos de recuperación en sitio generan algún tipo de residuo (contaminante) removidos de los materiales recuperados. Este residuo puede procesarse para ser recuperado o dispuesto posteriormente. La evaluación económica de cualquier técnica de recuperación debe incluir el manejo de estos residuos.

Los residuos pueden recuperarse fuera de la fábrica cuando en ella no existe el equipo para recuperarlos, cuando no se genera una cantidad suficiente que justifique el proceso en sitio o cuando el material recuperado no puede ser reusado en el proceso de producción. La recuperación fuera de la fábrica a menudo implica la recuperación de una porción valiosa del residuo a través de procesos físicos o químicos. El costo de la recuperación fuera de la fábrica dependerá de la pureza del residuo y del interés que tenga el residuo dentro del mercado. En algunos casos, el residuo puede ser transferido a otra compañía como materia prima. Este intercambio puede ser económicamente ventajoso para ambas firmas.

□ **Requerimientos de energía**

La conservación de la energía y la prevención de la contaminación son actividades complementarias. Casi toda la energía que se consume se genera por procesos que usan materiales y crean residuos que contaminarían al medio ambiente si se dispusieran

directamente. Las fábricas consumen enormes cantidades de electricidad tanto en la producción como en la operación de sus instalaciones. Los combustibles fósiles se emplean para producir calor, tales como calderas, son una fuente principal de calor para los procesos industriales. En la Tabla 2.3 se enumeran algunas maneras de conservar la energía eléctrica.

Tabla 2.3 Medidas para conservar la electricidad en la industria (EPA, 1992).

- Implementar medidas de mantenimiento, tales como apagar el equipo y las luces cuando no están en uso.
- Colocar unidades de enfriamiento y aire acondicionado en lugares frescos y bajo sombra.
- Usar motores eficientes.
- Eliminar fugas en las tuberías de aire acondicionado.
- Usar dispositivos eficientes para la transferencia de energía.
- Usar luces fluorescentes o lámparas de bajo voltaje.
- Usar cronómetro y termostatos para controlar el calor y el frío.

II.3 Desarrollo e implementación de un programa de prevención de la contaminación.

Los anteriores fundamentos son básicos para desarrollar cualquier programa de prevención de la contaminación (PPC).

El establecimiento de un PPC requiere un compromiso por parte de la administración de la empresa. Cada organización debería adoptar su propio programa general de prevención de la contaminación y en la medida de lo posible, definirlo en un documento escrito. También se debe desarrollar un plan de implementación para cada una de las unidades y periódicamente se debe revisar y actualizar el programa para que refleje las condiciones que hayan cambiado.

Las actividades que no se consideran parte de un PPC son todas aquellas actividades que no ayudan realmente a prevenir la generación de contaminantes; por ejemplo cuando:

-
- Se cambia el método para disponer un contaminante,
 - Se sustituye una sustancia tóxica por otra,
 - Se diluyen los contaminantes para disminuir su concentración,
 - Se concentran contaminantes para reducir su volumen,
 - Se realiza tratamiento de los residuos,
 - Existe reciclaje fuera de la planta,
 - Transfiere un contaminante de una fase a otra.

Antes de iniciar un Programa de Prevención de la Contaminación (PPC), es importante tener en cuenta que para desarrollar acciones efectivas se requieren tres elementos esenciales.

1. Reconocer que es de interés especial para la empresa realizar el PPC;
2. Comprometer recursos económicos y humanos a las metas u objetivos ambientales que han sido establecidos;
3. Entender que se trata de un proceso continuo.

Un PPC debe formar parte de las prácticas diarias de operación de la compañía, debe ser un proceso continuo para que sus logros sean exitosos. Cada empresa requiere de un PPC muy particular, el cual dependerá de sus prácticas, operaciones, materiales que utiliza, tecnología, etc.

A continuación se presenta una guía que puede ayudar a diseñar y planear un PPC a cualquier empresa. Esta guía consiste de un ciclo de ocho pasos; una vez que se termina con el primer ciclo es necesario volver a plantear nuevos objetivos, nuevos planes, nuevos proyectos y continuar con el ciclo.

Paso 1: Obtener apoyo de la gerencia

Para realizar cambios importantes en la empresa, es necesario contar con el convencimiento, apoyo y compromisos de quienes toman las últimas decisiones. Ya que un PPC debe ser un proceso continuo y a largo plazo ya que es necesario hacer cambios importantes.

Algunas sugerencias para realizar este primer paso son:

- Desarrollar el conocimiento y el entendimiento por parte de la alta gerencia en el concepto de Prevención de la Contaminación (PC). Para esto, se sugiere preparar una presentación de PC, haciendo una revisión global de concepto, describiendo sus beneficios potenciales.
- Obtener asistencia técnica y de capacitación a través de asociaciones industriales, consultores, universidades; de tal manera que se desarrollen las capacidades para diseñar e implementar el programa, los medios de evaluación y asignación de tiempos.
- Una vez que se ha logrado convencer a la gerencia, es deseable establecer por escrito una política en la que se manifieste el apoyo al PPC. En esta política se debe describir por qué es importante para la empresa contar con un PPC, qué beneficios se espera recibir, quienes están involucrados y cuáles son las actividades prioritarias a realizar.
- Divulgar la nueva política a todos los empleados. Una forma de incorporar más fácilmente el PPC, es haciéndolo parte de los Programas de Mejora Continua con que cuenta la empresa, ya sea Calidad Total, Programas de Seguridad, etc.

Paso 2: Estructurar el programa de prevención de la contaminación

Este paso inicia incorporando cambios en toda la compañía, desarrollando un plan escrito de prevención de la contaminación y capacitando al personal en esta área.

También es importante establecer los objetivos y procedimientos para evaluar el proceso obtenido. Este segundo paso involucra las siguientes actividades:

- ✓ Designar un coordinador para el programa ya sea de manera formal e informal, que entre sus funciones tenga la de inyectar impulso al avance del proyecto. Algunas de las características en este líder son las siguientes:
 - Tener buenas relaciones con los departamentos de producción de la empresa, incluyendo servicios auxiliares, procesos y con el personal.
 - Estar familiarizado con los procedimientos actuales de la empresa en el proceso de manejo de residuos.
 - Tener conocimientos acerca de las nuevas tecnologías de producción y de tratamiento de residuos, así como de principios y técnicas relacionadas a la reducción de recursos.
 - Conocimiento de la legislación ambiental.
 - Comprensión de los requerimientos de control de calidad del producto.
 - Capacidad para interactuar y comunicarse con la gente.
 - Buena relación con la alta administración.
 - El candidato a ser líder del equipo puede ser un ingeniero ambiental, de producción o de proceso.
- ✓ Organizar un equipo de trabajo de PC: este equipo debe ser interdisciplinario, de tal forma que se puedan cubrir aspectos de mantenimiento, producción, salud y seguridad, compras, embarques, ingeniería, legales. etc. La idea es contar con el conocimiento completo acerca de los procesos que generan residuos e involucrar a los responsables de esos procesos desde el inicio. En la primera junta de equipo de trabajo se sugiere discutir el concepto de PC, cómo se espera beneficiar a la empresa con el programa y

que estrategias se utilizaran para iniciarlo, haciendo una revisión general de los procesos y procedimientos de la empresa. El objetivo de este equipo de trabajo será generar ideas de proyectos que apoyen el PPC. Para lo cual se debe contar con los siguientes puntos:

- Desarrollar un plan de PC y ponerlo por escrito: La primera tarea oficial del equipo de trabajo deberá ser desarrollar un plan de PC. El plan que resulte debe ser aceptado como parte de los procedimientos operativos de la empresa,
- El estatuto de apoyo de la gerencia,
- La estructura del equipo de trabajo,
- El objetivo del plan,
- Los métodos para apoyar la participación de los empleados,
- Las metas globales de la compañía,
- La estructura del programa de incentivos/reconocimientos,
- Los procedimientos para evaluar los avances del programa,
- La selección de proyectos, procedimientos y criterios de implementación de los mismos,
- La programación de la implementación de los proyectos de PC,
- Los programas de entrenamiento de los empleados.
- ✓ Establecer Objetivos: Dentro del plan se pueden plantear objetivos. Es muy importante incluir metas numéricas para que sea posible evaluar cuantitativamente los avances y el éxito del programa. Los objetivos pueden ser:
 - Específicos, por ejemplo, reducir residuos específicos, que se hayan identificado en la empresa, como reducir un solvente orgánico por una sustancia alternativa base-agua.

-
- Los objetivos también pueden ser sobre actividades, por ejemplo, establecer programas de mantenimiento preventivo, incorporar la PC dentro de las evaluaciones de desempeño de los departamentos, implantar un sistema de costo real, entrenar a los empleados en PC. A continuación se describen algunas actividades:
 - Sustitución de materia prima: eliminación y reducción de componentes peligrosos utilizados ya sea en el producto o en la manufactura del producto.
 - Sustitución del producto final: producir un nuevo producto que cumpla con las mismas funciones que el original, pero que al mismo tiempo provoque menor generación de contaminación.
 - Modificación al proceso: cambiar el diseño del proceso para reducir la generación de residuos.
 - Rediseño del equipo: cambiar el diseño físico del equipo para reducir la generación de residuos.
 - Reciclaje directo: reuso de materiales directamente del proceso de manufactura, sin hacerlos pasar por un tratamiento previo (siempre que estos materiales se hubiesen convertido en residuos del proceso).
 - Cuidado de las instalaciones: instituir nuevos procedimientos, como mantenimiento preventivo para reducir la generación de residuos.
 - Control de inventario: minimizar las cantidades de materia prima, productos manufacturados o insumos en el almacén que puedan convertirse en residuos si se discontinúa su uso.
 - Otras actividades pueden ser la recuperación de solventes a través de procesos de absorción o destilación.

✓ Implementar un programa de concientización. Una forma de incrementar el conocimiento de PC es a través de un programa de divulgación dentro de la empresa. Los supervisores deben promover este tipo de prácticas y motivar a la generación de ideas sobre posibles proyectos de PC.

Una forma de lograrlo puede ser capacitar a los empleados y reconocer sus esfuerzos. Además de la divulgación del PPC entre los empleados, es necesario que estos reciban una capacitación que les permita involucrarse con el PPC y se reconozcan sus esfuerzos en esta área.

Paso 3: Caracterizar el proceso

Es importante revisar y describir detalladamente el proceso de manufactura dentro de la fábrica, determinando las materias primas y las fuentes de generación de residuos.

Para implementar efectivamente un PPC, es necesario desarrollar una completa comprensión de las diferentes unidades y puntos de proceso en el que se generan residuos.

Hay dos enfoques que se pueden utilizar:

✓ Información de multimedios: esto es, obtener información de los residuos emitidos en los diferentes medios (aire, agua y suelo) al final del proceso y después analizar hacia el interior del proceso para determinar su fuente de producción. Esto es:

- Crear un diagrama de flujo del proceso
- Analizar los procedimientos de operación
- Determinar las cantidades y concentraciones de residuos, descargas y emisiones
- Analizar el manejo de materiales
- Hacer un reporte de fugas en tuberías y equipo
- Hacer un reporte de derrames

- Hacer un reporte de daños existentes en equipo
 - Determinar las características físicas y químicas de los residuos, descargas y emisiones.
- ✓ Información de materias primas: registrar el camino que siguen todos los materiales hasta que salen del proceso y determinar las cantidades que salen en forma de residuos y en forma de productos.

La idea de entender cómo y dónde se generan los residuos y contar con una base para la evaluación del avance del PPC. Es necesario obtener información, entender las unidades productivas, realizar un balance de materia y desarrollar o actualizar diagrama de flujo de proceso. Las herramientas de producción limpia mencionadas en el Capítulo I constituyen un gran apoyo durante la caracterización del proceso.

Paso 4: Identificación de oportunidades de prevención de la contaminación en la fábrica

Antes de realizar una evaluación para identificar cuáles son las oportunidades de PC, se deben categorizar, en términos de importancia y en términos de las corrientes de entrada y salida del proceso. El equipo debe mantener una lista de prioridades de tal manera que una vez que un proyecto se haya terminado, se pueda plantear un nuevo proyecto para la etapa siguiente. Esta lista se debe mantener actualizada ya que se puede ver afectada por cambios en regulaciones, cambios en la dirección del negocio u otros aspectos.

Es muy importante que en esta etapa sean identificados además, los proyectos que sean más fáciles de realizar que puedan disminuir residuos y al mismo tiempo ahorrar dinero.

Una vez que se han priorizado las diferentes corrientes, se puede iniciar la evaluación de oportunidades de PC. Este procedimiento involucra analizar los diferentes procesos específicos que contribuyen a las corrientes principales. Es necesario observar el proceso,

no solamente en su operación normal, sino también durante los cambios, limpiezas, mantenimientos, paros, para así identificar los materiales utilizados y los residuos generados durante estos procedimientos.

Algunos ejemplos de las cosas que hay que tener en cuenta son:

- Los procedimientos de las operaciones que realizan los trabajadores en línea
- Determinar las cantidades y concentración de materiales (especialmente residuos)
- Observar la recolección (incluyendo fuentes exactas) y manejo de residuos (notar si los residuos están mezclados)
- Examinar los riesgos de proceso
- Crear o actualizar diagramas de flujo de proceso
- Buscar tuberías con fugas o equipos con baja eficiencia
- Detectar derrames o residuos de derrames
- Examinar contenedores buscando daños
- Determinar las características físicas y químicas de residuos o emisiones

Una vez que la evaluación del proceso se ha determinado, los datos deben ser revisados por el equipo de trabajo. Esta revisión ayudará a generar ideas para reducir/eliminar materiales tóxicos/peligrosos. Todas las opciones deben ser consideradas y evaluadas para seleccionar las que sean más consistentes con las metas de la empresa. Se sugiere hacer lo siguiente para cada una de las opciones:

- Evaluación técnica: hay muchos factores que determinan la factibilidad técnica de los proyectos, el principal y más importante es el personal que estará involucrado directamente en el proyecto.

-
- Evaluación económica: una vez que un proyecto es técnicamente posible, se deben revisar sus aspectos económicos. Cualquier proyecto que involucre ahorros en costos, por ejemplo: ahorro en el manejo de residuos, o en costos de operación.
 - Aprobación de la gerencia: Una vez que un equipo de trabajo selecciona los proyectos a ser implementados, es necesario la aprobación de la gerencia.

Paso 5: Determinación de los costos

Antes de evaluar la factibilidad económica de los proyectos propuestos es necesario determinar el costo total de la generación de residuos.

Este costo total de la generación de residuos incluye además de los costos de tratamiento y disposición, todos los costos incurridos en producción y manejo de residuo. Se deben identificar todos los costos asociados a las corrientes de proceso, tanto directos como indirectos que incluyen:

- Compras
- Almacenamiento e inventario
- Uso de materiales en proceso
- Emisiones a la atmósfera
- Descargas de agua residuales
- Manejo de residuos
- Almacenamiento temporal de residuos
- Tratamiento o reciclaje de residuos en la planta
- Disposición de residuos
- Transporte de residuos

- Pérdidas de materiales
- Mano de obra

En general, la mayor proporción de costos involucrados se refiere a la materia prima que se pierde por la generación de residuos. La mayoría de las opciones de cambio en el proceso no parecerán económicamente viables a menos que se haga un conteo real de los posibles ahorros.

En este caso es necesario realizar un análisis económico de cada proyecto de PC, este análisis proveerá información de los costos y beneficios asociados con las técnicas o tecnologías de tal forma que la gerencia pueda decidir si económicamente es factible proceder con la implantación del proyecto. Es importante considerar que existen beneficios que son difíciles de evaluar económicamente.

Paso 6: Implementación de Programa

Una vez que los diferentes proyectos han sido evaluados económicamente, el equipo de PC, debe decidir cuales son las opciones que se deben considerar para llevar a cabo. Es necesario tener en cuenta su factibilidad técnica y criterios especiales (como seguridad, mantenimiento, etc.). De esta manera se determinan las opciones a implementar. Para la implementación de dichas opciones se requiere elaborar un programa de implementación designando a un equipo responsable, además se deberá desarrollar un programa de documentación y seguimiento.

Paso 7: Evaluación del programa

El PPC debe ser evaluado y actualizado continuamente para mejorar la efectividad global. Esta revisión periódica debe hacerse en las diferentes etapas del programa.

Es importante medir el progreso en términos cuantitativos, algunos ejemplos son: cambios en la cantidad de residuos, cambios en la peligrosidad o toxicidad de los residuos.

También es importante identificar las estrategias y técnicas que han sido exitosas y las que han fallado, incluyendo las razones de su éxito o fracaso.

Paso 8: Permanencia del programa

Es de vital importancia mantener y apoyar el PPC para que tenga un crecimiento sostenido en la compañía. También es importante evaluar los beneficios económicos de los diferentes proyectos de tal forma, que esto sirva como una motivación para continuar con el programa. Además hay que promover los éxitos del programa.

- Enfatizar los ahorros en costos de los proyectos de PC en comparación con lo que se hubiese gastado de no haberse implementado.
- Rotar a los miembros de equipo de PC para mantener un flujo de ideas nuevas e incluir nuevas perspectivas. Los miembros que salen del equipo, pueden empezar a funcionar como consultores del proceso.
- Es necesario continuar y renovar la campaña de concientización de PC, de tal manera que se renueve el compromiso de los empleados además de concientizar a los nuevos empleados.
- La publicidad interna de los éxitos logrados a través del programa promueve y alienta la participación. Los resultados pueden mostrarse a través de boletines, publicaciones en los pizarrones de avisos, memorándums, publicaciones internas, etc.

La realización de un PPC debe ser un proceso continuo, en el que unos proyectos sean terminados y nuevos proyectos sean analizados y realizados. En este último paso, se vuelve

a iniciar el ciclo de implementación de un PPC (en el Paso 1). Las estrategias de PC que pueden ser implementadas durante el desarrollo de este programa se clasifican en dos tipos:

✓ Estrategias de corto plazo

- Prevención de la contaminación
 - Sustitución de solventes
 - Almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas
 - Programa de ahorro y uso eficiente de agua
 - Programa de ahorro y uso eficiente de energía
 - Minimización de residuos
 - Prevención de accidentes
- Control de contaminación
 - Control de emisiones y polvo
 - Control de ruido
 - Sistemas de respuesta en caso de emergencia
 - Procedimientos para evaluación de riesgos

✓ Estrategias a largo plazo

- Reducción en el uso de gases de inventario
- Uso de fuentes renovables de energía
- Protección de especies en peligro de extinción
- Protección de la biodiversidad.

II.4 Ventajas de la prevención de la contaminación.

La prevención de la contaminación no consiste solamente en la aplicación de una técnica o tecnología determinada. Para la mayoría de las empresas que se integran a un PPC es una

política empresarial, muy semejante a lo que es una herramienta de competitividad con respecto a otras empresas que aún no han adoptado un PPC.

Existen una serie de ventajas, beneficios o incentivos técnicos, organizativos, legislativos, ambientales e incluso económicos que pueden ayudar a decidirse por la prevención de la contaminación (UNIDO). A continuación se enlistan algunas de ellas:

- Reducción del riesgo ambiental, del riesgo para la salud y de accidentes
- Ahorro en materia prima, agua y energía
- Aumento en la productividad y la calidad de los productos, ya que se mejora la comprensión de los procesos
- Mejora de las estructuras de trabajo y el nivel tecnológico de la empresa (nuevos equipos, métodos de control, etc.)
- Ahorros en la gestión y tratamiento de residuos y emisiones
- Al replantear procesos, procedimientos, etapas, materiales, etc., ayuda a superar hábitos rutinarios
- Mejora la imagen de la empresa frente al mercado, la sociedad, la administración, etc.
- Ayuda a satisfacer los crecientes requerimientos ambientales
- Ayuda a reducir insumos y costos de operación
- Es más eficiente en materia de costos que el control de la contaminación
- Sobre pasa las exigencias de las regulaciones de conformidad ambiental, por medio de la eliminación de contaminantes desde la fuente de origen, en lugar de controlarlos después de que son emitidos al medio ambiente.
- Elimina multas por incumplimiento de regulaciones legales

-
- A menudo involucra una mejor capacitación de los empleados y conocimientos básicos en la solución de problemas.
 - Mejora la motivación y participación del empleado.
 - Se perfecciona la calidad del producto.

A diferencia de los sistemas de tratamiento de fin de tubo; la prevención y minimización de la contaminación puede aplicarse en la mayoría de los procesos industriales y a distintas etapas del proceso, un proyecto puede iniciarse por fases según sean las necesidades y posibilidades de la empresa.

El éxito que han tenido las prácticas de PC está fuertemente apoyado en beneficios económicos obtenidos por plantas e instituciones industriales que han adoptado estrategias y programas sobre prevención. La mayor parte de las compañías no sólo reconocen la importancia de la prevención de la contaminación sino que están emprendiendo acciones encaminadas a cambiar las rutas del pasado y mejorar las actitudes.