

## CAPITULO 3

### ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCION Y CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES

### 3.1 Planeación y organización.

Para poder implementar un PRRI es necesario que la alta administración de la empresa este completamente convencida de la necesidad del mismo y que todas las partes involucradas dentro de la empresa conozcan exactamente el plan de actividades que se van a realizar así como de las áreas que va a involucrar el estudio para que de esta manera puedan aportar lo mejor de cada uno de ellos además de que se encuentren en la mejor disposición para proporcionar la ayuda que de ellos se requiera, ya que la mayor fuente de información son los mismos empleados.

Las áreas involucradas en un estudio de reducción de residuos son las siguientes:

- a) Diseño del producto.
- b) Producción.
- c) Ing. de planta.
- d) Sistemas de información.
- e) Investigación y desarrollo.
- f) Proveedores.
- g) Organización.

La fase correspondiente a la **planeación y organización** es la primera de gran importancia pues es fundamental que se sepa con exactitud hacia donde va dirigido el estudio, quien va a participar, como se va a participar, y sobre todo cuál es el producto esperado.

Para la planeación y organización se requiere de las siguientes actividades:

- a) Sumario de actividades de organización y planeación.
- b) Implementación del programa
- c) Establecer la reducción de desperdicios como meta de la Compañía.
- d) Establecer un programa de reducción de desperdicios para alcanzar esta meta.
- e) Dar autoridad a la fuerza de trabajo del programa para implementar el mismo.

- 12.- Medio ambiente.
- 13.- Investigación y desarrollo.
- 14.- Seguridad e higiene.
- 15.- Mercadotecnia y ventas.
- 16.- Compras.
- 17.- Inventarios y control de materiales.
- 18.- Legal.
- 19.- Contabilidad y finanzas.
- 20.- Sistemas de información.

**Lograr metas que abarquen toda la compañía.**

Incorporando las metas de manejo de residuos de la compañía a las metas departamentales.

Solicitar la cooperación y participación de los empleados.

Desarrollar incentivos y/o premios para la administración y empleados.

**3.2 Auditoría de residuos.**

En los últimos tiempos ha surgido la filosofía dirigida hacia la prevención y reducción de los residuos.

Con el objeto de prevenir o reducir la generación de los residuos es necesario examinar el proceso para identificar el origen de los residuos, los problemas operativos inherentes al proceso y aquellas áreas donde puedan hacerse mejoras.

Una auditoría de residuos es el primer paso para posteriormente diseñar un programa para alcanzar la optimización de los recursos y la mejor eficiencia del proceso.

Una auditoría de residuos proporciona una visión global del proceso para facilitar el entendimiento de los flujos de materiales y dirigir la atención a las áreas donde la reducción de residuos sea posible y de ésta manera ahorrar en costos.

Para llevar a cabo una auditoría de residuos se requiere observar, medir, registrar datos y recolectar y analizar muestras de residuos. Para que la auditoría sea efectiva, se requiere que sea metódica y exhaustiva sin dejar a un lado todo el apoyo que pueda proporcionar la administración y los operadores.

Una auditoría de residuos bien realizada:

- a) Define fuentes, cantidades y tipos de residuos que generan.
- b) Coteja información sobre operaciones unitarias, materias primas, productos, uso de agua y residuos.
- c) Resalta las ineficiencias del proceso y las áreas donde la administración es deficiente.
- d) Ayuda a establecer metas para la reducción de residuos.
- e) Permite el desarrollo de estrategias rentables de administración de residuos.
- f) Eleva el interés de la fuerza de trabajo con respecto a los beneficios de la reducción de residuos.
- g) Incrementa el conocimiento sobre el proceso.
- h) Contribuye a mejorar la eficiencia del proceso.

Una auditoría de residuos de una fábrica pequeña puede ejecutarse por una sola persona, con colaboración de los empleados. Un proceso más complicado puede requerir por lo menos 3 o 4 personas, equipo técnico, empleados de producción y un especialista ambiental.

El enfoque de la auditoría dependerá de los objetivos que se pretenda alcanzar. Puede ser posible que la auditoría busque una minimización global de los residuos o bien se concentre en residuos particulares, por ejemplo:

- a) Pérdidas de materia prima.
- b) Residuos ocasionados por problemas de procesamiento.
- c) Residuos considerados como peligrosos, o para los cuales existen regulaciones.
- d) Residuos cuyos costos de disposición son elevados.

Un muy buen punto de partida para la auditoría de residuos es determinar los principales residuos que presenta un proceso o sector industrial en particular. La Evaluación rápida de fuentes de contaminación de aire, agua y suelo publicada por la ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD ( OMS, 1982 ) es una muy útil referencia para identificar las cantidades típicas de residuos asociados con industrias particulares.

A continuación se muestra una guía rápida para llevar a cabo una auditoría de residuos.

Como paso preliminar deben cotejarse y analizarse toda la documentación y la información existente sobre el proceso, la planta o el sector industrial regional. Pueden haberse ya efectuado los estudios de planta o regionales; estos podrían rendir información útil indicando las áreas que deben considerarse y mostrarán también huecos de información donde no se disponga de datos. Las siguientes preguntas dan algunos lineamientos sobre documentación útil.

- 1.-¿Se dispone de un plan para el local?
- 2.-¿Se dispone de algún diagrama de flujo de proceso?
- 3.-¿Han sido monitoreados alguna vez los residuos del proceso?
- 4.-¿Tiene usted acceso a los archivos?
- 5.-¿Tiene un mapa del área circundante que indique corrientes de agua, hidrología y asentamientos humanos?
- 6.-¿Hay alguna otra planta o fábrica en el área que pudieran tener proceso similares?

A continuación se describen otros datos generales que pueden ser cotejados rápidamente y que constituyen material útil de orientación:

- 1.-¿Cuáles son los residuos obvios asociados a su proceso?
- 2.-¿Dónde se usa el mayor volumen de agua?
- 3.-¿Emplea usted productos químicos que tengan instrucciones especiales para su uso y manejo?
- 4.-¿Incurrir en costos de tratamiento y disposición de residuos?
- 5.-¿A cuántos ascienden?

6.-¿Dónde están los puntos de descarga de emisiones líquidas, sólidas y gaseosas?

Los empleados de la planta deben ser informados de que la auditoría se está llevando a cabo y deben ser motivados a participar. El apoyo de equipo es imperativo para este tipo de estudio interactivo. Es importante llevar a cabo la auditoría durante las horas normales de trabajo, de tal manera que los empleados y los operadores puedan ser consultados, el equipo pueda ser observado en operación y, lo más importante, puedan cuantificarse los residuos.

### 3.3 Técnicas de reducción

La reducción de residuos industriales es un arma muy grande y poderosa con la cual los generadores se pueden proteger y prevenir desastres y responsabilidades relacionadas con el medio ambiente.

Dentro de las opciones para el manejo y disminución de los residuos se presenta una jerarquía:

a) Reducción en la fuente:

Implica la reducción o eliminación del residuo en la fuente, tales como, modificaciones al proceso, sustitución de materias primas, mejoras en prácticas administrativas, incremento en la eficiencia de los equipos y el reciclaje dentro del proceso.

Además de buscar la eliminación o en su defecto la reducción de los residuos en la fuente, es muy importante establecer el control en dicha fuente con medidas tales como: segregación de residuos, control de inventarios, entrenamiento de los empleados, prevención de fugas y derrames, etc.

b) Sustitución de productos: Mediante ésta opción se busca reemplazar productos altamente tóxicos o peligrosos por otros que aporten los mismos beneficios y cuyo manejo a lo largo de su ciclo de vida sea más seguro y respetuoso del ambiente.

c) Recuperación y reciclaje: Se trata de alternativas que , en general no requieren de inversiones por parte de los generadores de residuos peligrosos, ya que son operaciones rentables en las que se emplean materiales de fácil separación y purificación. Se distinguen tres tipos de opción:

- a) Reciclaje en la propia planta,
- b) Recuperación comercial fuera de la planta e;
- c) Intercambio de materiales.

Se dice que un material es " RECICLADO " si es usado, reusado o recuperado.

Un material es " USADO O REUSADO ":

1) Si es empleado como materia prima para elaborar un producto; sin embargo el material no satisfecerá esta condición si los componentes distintos a él son recuperados o separados en productos finales ( como cuando los metales son recuperados de materiales con metales y otros componentes secundarios ).

2) Si es empleado en una función particular como sustituto efectivo para un producto comercial.

Un material es " **recuperado** " si es procesado para recuperar un producto exitoso o si es regenerado. Ejemplos de ello son la recuperación de plomo de las baterías usadas y la regeneración de solventes usados.

En términos de **interés industrial** sobre la posibilidad de alternativas por eliminar sus problemas de afectación al medio ambiente se le da como primer grado de preferencia a la **reducción en la fuente y su control** mientras que en segundo término queda el **reciclo**. Sin embargo desde el punto de vista de **deseabilidad ambiental** se prefiere el **reciclo** como primera instancia ya que se quiere que toda la materia se reincorpore a la naturaleza misma o sus modificaciones hechas por el hombre.

d) Intercambio de residuos.

El intercambio de residuos consiste básicamente en transferir los residuos de una empresa para la cual serán desechos a otra para la cual sean materia prima, la parte enlazante de este tipo de operaciones se conoce por lo general como **bolsa de residuos**, la **SECOFI** emite una relación de oferentes y demandantes a nivel nacional.

Para realizar un intercambio de residuos es muy importante que de estos se tenga la mayor información posible como: caracterización, si esta disponible o es generado constantemente, estado de agregación molecular, cantidad generada o acumulada, etc.

Dentro de las funciones de las bolsas de residuos se encuentran entre otras: enlazar oferentes y demandantes, difusión de boletines informativos periódicamente, de las ofertas y demandas nacionales y regionales, realizar los intercambios de acuerdo a lo establecido por la ley, conexión con las bolsas de residuos existentes tanto a nivel local, regional como nacional.

e) Recuperación de material y/o energía.

Consiste en el aprovechamiento de la riqueza que pudiera tener un residuo para poder ser recuperado algún componente como lo es en el caso de recuperación de metales, o en el caso de que se pudiera obtener algún recurso como lo pudiera ser el agua para reciclo o en otras situaciones producir energía a partir de los residuos.

Puede ser imposible implementar las medidas de reducción de residuos obvias antes de proceder a obtener el balance de materiales. Considerar ahora la información del balance de materiales en conjunción con observaciones visuales hechas durante todo el período de recolección de datos con el fin de señalar áreas u operaciones donde ajustes sencillos en el procedimiento pudieran mejorar en gran medida la eficiencia del proceso al reducir pérdidas innecesarias.

Utilice la información recabada, para cada operación unitaria, para desarrollar mejores prácticas de operación, mejorar el manejo y en general teniendo más cuidado.

#### f) Segregación

La segregación en sí no es propiamente parte de una secuencia de pasos para una auditoría de residuos, sino una más de las numerosas medidas que pueden conducir hacia las actividades de reducción de residuos. Sin embargo, es la más importante de tales opciones y constituye un asunto universal que necesita ser encarado.

Mezclar los residuos puede aumentar los problemas de contaminación. Si se mezcla un residuo muy concentrado con una gran cantidad de efluente débil y relativamente no contaminado, el resultado es un volumen mayor de residuos que requiere tratamiento. El residuo concentrado podría ser reciclado o reutilizado o bien podría necesitar tratamiento físico, químico y biológico para cumplir los niveles permitidos de descarga mientras que el efluente más débil pudiera reutilizarse o solamente requerir sedimentación antes de la descarga.

Por consiguiente, la segregación de residuos puede proporcionar más oportunidad para el reciclaje y la reutilización, mientras que reduce costos de tratamiento al mismo tiempo.

Revise sus instalaciones de recolección y almacenamiento de residuos para determinar si es posible la segregación. Ajuste su lista de prioridad de residuos de acuerdo a ello.

La siguiente lista de recomendaciones de residuos pueden implementarse inmediatamente a poco o ningún costo adicional.

#### **Especificación y Requisición de Materiales.**

- 1.- No ordene materiales en exceso, especialmente si las materia primas o los componentes pueden descomponerse o son difíciles de almacenar.
- 2.- Trate de comprar materias primas en presentación que sea fácil de manejar. Por ejemplo pellets en lugar de polvos.
- 3.- Comúnmente es más eficiente y en verdad más económico comprar a granel.

### **Recepción de Materiales**

- 1.- Solicite control de calidad de los proveedores y rechace contenedores dañados, con goteras o sin etiqueta. Efectúe una inspección visual de todos los materiales que entran en la planta.
- 2.- Revise que un saco pese lo que debe pesar y que el volumen ordenado sea el volumen entregado.
- 3.- Verifique que la composición y calidad sean correctas.

### **Almacenamiento de Materiales**

- 1.- Para evitar derrames, instale controles de nivel alto en los tanques.
- 2.- Ponga diques en los tanques para contener los posibles derrames.
- 3.- Utilice tanques que puedan ser aislados y levantados, con bordes redondeados para facilitar drenaje y enjuague.
- 4.- Los tanques dedicados a un solo tipo de material, no necesitan lavarse tan seguido como los tanques que reciben materiales diversos.
- 5.- Asegúrese que los tambores se almacenan en una estiba estable para evitar dañarlos durante su almacenamiento.
- 6.- Implemente un procedimiento de revisión de tanques, sumergir los tanques regularmente y documentarlos para evitar descargar algún material al tanque equivocado.
- 7.- Las pérdidas por evaporación se reducen utilizando tanques cubiertos o cerrados.

### **Transporte y Manejo de Materiales y Agua.**

- 1.- Minimice al número de veces que se mueven en la planta los materiales.
- 2.- Verifique que las líneas de transferencia no tengan goteos ni fugas.
- 3.- ¿Es muy larga la tubería flexible?
- 4.- Detecte los escurrimientos de las mangueras de transferencia.
- 5.- Tape las goteras e instale restrictores de flujo para reducir el consumo excesivo de agua.

### **Control del Proceso**

- 1.- La retroalimentación de la manera en que la reducción de residuos está mejorando al proceso motiva a los operadores, es vital que los empleados sean informados de porque se toman las acciones y qué se espera lograr con ellas.
- 2.- Diseñe un programa de monitoreo para revisar las emisiones y residuos de cada operación unitaria.
- 3.- El mantenimiento regular de todo el equipo ayudará a reducir las pérdidas fugitivas del proceso.

### **Procedimientos de Limpieza**

- 1.- Minimice la cantidad de agua empleada para lavar y enjuagar recipientes- en muchas plantas el uso indiscriminado del agua contribuye con mucho a aumentar los flujos de aguas residual. Asegúrese que las mangueras no se dejen goteando instalándoles válvulas autosellantes.
- 2.- Investigue cómo puede recogerse el agua de lavado y utilizarse de nuevo antes de descargarse al drenaje. Lo mismo se aplica a los solventes empleados para limpiar; con frecuencia éstos pueden ser utilizados más de una vez.

Se pueden reducir los residuos considerablemente haciendo más restrictivos los procedimientos de mantenimiento de la planta. Deben hacerse ajustes más sencillos y rápidos a su proceso para lograr una mejora rápida en la eficiencia del proceso. Donde tales medidas obvias de reducción no resuelvan completamente el problema de disposición de residuos, se necesitará una consideración más detallada de las opciones de reducción de residuos.

### **Señalamiento y caracterización de residuos problema**

Utilice el balance de materiales en cada operación unitaria para señalar las áreas problemáticas inherentes a su proceso.

El ejercicio del balance de materiales puede haber destacado el origen de los residuos con alto costo de tratamiento o indicar que residuos están ocasionando problemas de proceso, y en que operaciones.

El balance de materiales debe usarse para enfocar sus prioridades hacia una reducción de residuos a largo plazo.

En esta etapa, valdría la pena considerar las causas subyacentes de por qué se generan los residuos y los factores que conducen a éstos; por ejemplo, tecnología deficiente, falta de mantenimiento e incumplimiento de los procedimientos de la compañía.

### **Desarrollo de opciones de reducción de residuos a largo plazo**

Los problemas de residuos que no pueden resolverse por ajustes simples de procedimiento o mejoras en las prácticas de mantenimiento del sitio requerirán cambios más substanciales a largo plazo.

Es necesario desarrollar opciones posibles de prevención para los problemas de residuos.

Los cambios al proceso, o en la producción, que puedan incrementar su eficiencia y reducir la generación de residuos incluyen:

- a) Cambios en el proceso de producción - continuo en contraposición al proceso por lotes;
- b) Cambios en equipo e instalaciones;
- c) Cambios en el control del proceso - automatización;
- d) Cambios en las condiciones de proceso tales como tiempos de retención, temperaturas, agitación, presión, catalizadores;
- e) Uso de dispersantes en vez de solventes orgánicos, donde sea apropiado;
- f) Reducción de la cantidad o tipo de materias primas empleadas en la producción;

- g) Sustitución de materias primas mediante el uso de residuos como materias primas, o el empleo de otras diferentes que produzcan menos residuo, o un residuo menos peligroso;
- h) Sustitución de procesos de tecnología más limpia.

La reutilización de residuos con frecuencia puede ser implementada si es posible concentrar o purificar materiales de calidad suficiente. Las tecnologías tales como ósmosis inversa, ultra filtración, electrodiálisis, destilación, electrólisis e intercambio iónico puede hacer que los materiales puedan ser reutilizados y reducir o eliminar la necesidad de tratamiento de residuos.

Una rentabilidad del proyecto es medida usando estimados de flujos netos de efectivo para cada año de la vida del proyecto. Si el proyecto no tiene inversión importante, la rentabilidad del proyecto puede valorarse por si los ahorros de costos operativos ocurren o no. Para proyectos con inversiones importantes, un análisis más detallado de rentabilidad es necesario.

Las tres mediciones de rentabilidad estándar son:

- 1.- Período de retorno
- 2.- Tasa de retorno en inversión ( TIR )
- 3.- Valor presente neto( VPN )

### **3.4 Evaluación de alternativas**

Evaluación Ambiental y Económica de opciones de Reducción de Residuos.

Con el objeto de decidir qué opciones deben desarrollarse para formular un plan de acción de reducción de residuos, cada opción debe ser tomada en cuenta en términos de los beneficios ambientales y económicos.

#### **Evaluación Ambiental**

Con frecuencia se da por hecho que la reducción de un residuo traerá beneficios ambientales. Esto generalmente es cierto; sin embargo, hay excepciones a la regla. Por

ejemplo, reducir un residuo puede resultar en incrementos de los desenlaces de pH o puede producir otro que sea más difícil de tratar, provocando una desventaja ambiental neta.

En muchos casos, los beneficios pueden ser obvios, como la remisión de un elemento tóxico de un efluente acuoso mediante la segregación del residuo contaminado o cambiando el proceso de tal modo que se prevenga la generación del residuo.

En otros casos las ventajas ambientales pueden ser menos tangibles. La creación de un centro de trabajo más limpio y más higiénico incrementará la eficiencia de la producción, pero esto puede ser difícil de cuantificar.

Para cada opción se debe hacer una serie de preguntas.

- a) Considere el efecto de cada opción sobre el volumen y grado de contaminación de los residuos de proceso.
- b) ¿ La opción de reducción de residuo presenta algún efecto de cambio de medio? Por ejemplo, ¿ Produce un residuo líquido, la reducción de un residuo gaseoso ?
- c) ¿ La opción que se considera cambia la toxicidad, degradabilidad o tratabilidad de los residuos ?
- d) ¿ Utiliza más recursos no renovables o menos ?
- e) ¿ Emplea menos energía ?

#### **Evaluación Económica.**

Debe efectuarse un análisis económico comparativo de las opciones de reducción y la situación existente. Donde no puedan cuantificarse los beneficios o los cambios (por ejemplo: reducciones en obligaciones futuras, costos de salud y seguridad ocupacional ) debe hacerse alguna forma de evaluación cualitativa; podría ser necesario consultar a un experto para que asesore sobre la manera de juzgar un cambio.

Las evaluaciones económicas de opciones para reducir residuos deben involucrar una comparación de los costos de operación para mostrar en donde se implementarían los ahorros.

Por ejemplo, una medida de reducción de residuo que disminuya la cantidad de materia prima que se pierde en el drenaje durante el proceso reduce en costos reducidos de materia prima. La sustitución de materia prima o los cambios en el proceso pueden disminuir la cantidad de residuo sólido, que tiene que ser transferido fuera de la planta. Por consiguiente, los costos en transporte para la disposición del residuo se reducirán también.

En muchos casos, es apropiado comparar los costos de tratamiento de residuos bajo las condiciones existentes, con aquellas implicadas en la opción para reducir residuos.

El tamaño de la planta de tratamiento y los procesos requeridos para ellos pueden alterarse significativamente al implementar opciones de reducción de residuos. Esto debe considerarse en una evaluación económica.

Calcule los costos anuales de operación para el proceso actual incluyendo el tratamiento de residuos y estime como pueden alterarse estos con la introducción de opciones para reducir residuos. Tabule y compare los costos de operación del proceso y tratamiento de residuos para las opciones tanto existentes como propuestas, para el futuro del manejo de residuos. Además, si hay algún beneficio monetario (como materiales o residuos reciclados o reutilizados), estos deben ser sustraídos de los costos totales de proceso y tratamiento de residuos según convenga.

Una vez que se ha determinado los ahorros probables en términos de los costos anuales de operación y tratamiento de residuos asociados con cada opción, considere la inversión necesaria para implementar cada opción.