

Prevención y minimización de los residuos

GESTIÓN DE RESIDUOS Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental

Curso 2015/2016

PROFESOR/A
IVAN BOTAMINO GARCÍA



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, No comercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

El Principio de prevención es uno de los principios básicos en la estrategia de gestión de residuos, estableciendo que la mejor medida aplicable es evitar su generación, y si no fuera posible, conseguir la reducción de la cantidad generada, y/o la disminución de las sustancias peligrosas o contaminantes presentes.

La minimización de residuos y emisiones en la industria consiste en adoptar una serie de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir hasta niveles económica y técnicamente factibles la cantidad y peligrosidad de los subproductos y residuos generados.

Comprende los siguientes niveles de actuación:

- Medidas preventivas, consideradas como aquellas medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción o la cantidad de sustancias peligrosas presentes en ellos.
- Medidas correctivas, consistentes en el aprovechamiento de los residuos los de los recursos contenidos en los mismos mediante recuperación, reutilización y el reciclado.

El concepto de minimización se aplica habitualmente, en base al Principio de reducción en origen, al conjunto de medidas y procedimientos empleados en el **interior** de la empresa o industria productora. En la siguiente figura se recoge la jerarquía aplicable en la gestión de residuos de una industria.

Las operaciones de valorización externa tales como el reciclado, regeneración y valorización energética son ambientalmente adecuadas y contribuyen a la minimización global de residuos, pero no a la reducción de los residuos producidos por un centro productor concreto, por lo que no podría hablarse en este caso de reducción en origen, y con ello, de minimización en sentido estricto. Se trataría de gestión externa de los residuos, sobre los que productor no tiene una capacidad directa de actuación, aunque debe velar por el cumplimiento del principio de jerarquía en el tratamiento.

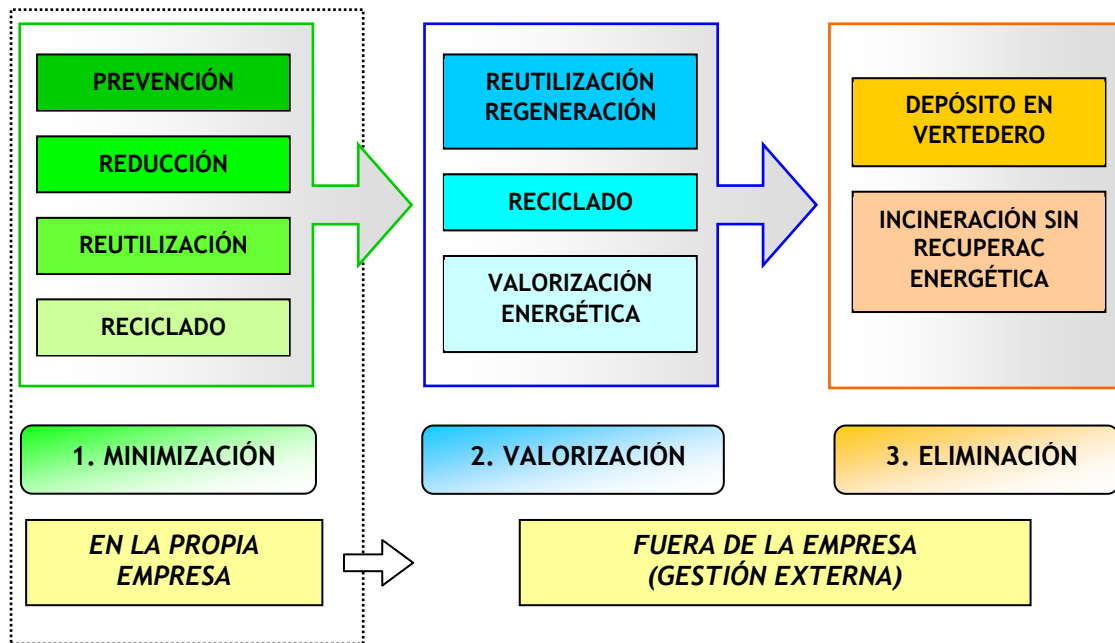


Figura 1: Jerarquía de prioridades en la gestión de residuos

La normativa sobre residuos establece la obligatoriedad para los productores de residuos peligrosos de elaborar planes de prevención y reducción de residuos peligrosos. En cualquier caso, es recomendable extender el concepto de minimización a los residuos no peligrosos, en este caso dirigida a una reducción de su cantidad.

En la actualidad, la mayor parte de los costes asociados con los residuos en la industria corresponden a su tratamiento y gestión, y no a la minimización. Parece más adecuado actuar directamente sobre la fuente (producción de residuos) que sobre sus resultados finales, ya que tenemos un mayor margen de actuación. Ese es el principio básico de la minimización.

Además, suele ser frecuente no cuantificar correctamente los costes reales que producen los residuos generados, proporcionando una visión distorsionada del impacto real que produce la generación de residuos en la empresa. Los costes principales asociados a la producción de residuos son los siguientes:

- Costes derivados del consumo excesivo de materias primas.
- Costes de productos caducados y fuera de especificaciones.
- Materiales perdidos ante de ser procesados.
- Costes de gestión interna de residuos (segregación, envasado, almacenamiento y manipulación).

- Costes de gestión externa de residuos (retirada, tratamiento externo, depósito en vertedero).
- Coste de seguros de responsabilidad civil.
- Tasas e impuestos asociados a la generación de residuos.

Más allá de la innegable repercusión económica que produce la generación de residuos, la minimización abarca una concepción más amplia, y debe ser considerada como la adopción de una nueva filosofía de gestión de la organización, asumida por la dirección, y con incidencia en las políticas de todos los departamentos.

Finalmente, se recogen algunos de los beneficios que se obtienen mediante la aplicación de las diferentes técnicas de minimización a la industria productora:

- Ahorro económico asociado a la generación, tratamiento y gestión de los residuos.
- Mayor conocimiento de la situación medioambiental de la empresa.
- Mejora de la imagen de la empresa ante la sociedad.
- Mayor control en el uso de materias primas y recursos y optimización de los procesos. Muchas medidas de minimización proporcionan mejoras en la calidad de los productos.
- Mejora de la salud laboral y del riesgo ambiental por la disminución de manipular sustancias peligrosas.
- En ocasiones concretas, permite pasar a ser pequeño productor de residuos al reducir los residuos peligrosos por debajo de 10.000 Kg/año, con las ventajas que ello conlleva.

2. GENERACIÓN DE RESIDUOS

En la práctica, cualquier actividad industrial conlleva la generación de residuos como resultado consustancial al propio proceso. Algunas de las operaciones donde habitualmente se generan residuos y subproductos son las siguientes:

Transporte y recepción de materias primas	Ej. Envases, materiales fuera de especificaciones, contenedores vacíos, vertidos accidentales
Almacenamiento de materias primas, productos intermedios y acabados	Ej. Deterioro de materias primas, productos caducados, deterioro de materias primas y productos terminados
Manipulación y transporte interno	Ej. Vertidos accidentales, contenedores dañados
Tratamiento, depuración, extracción, preparación de materias, suministros y productos	Ej. Rechazos de preparación mecánica y trituración, lodos de concentración
Procesos de producción y acabado	Ej. Residuos de destilación, catalizadores, aguas de lavado, aceites.
Depuración de aguas y gases para limitar emisiones	Ej. Lodos de depuración de aguas, polvos de filtros de mangas, aceites
Actividades de mantenimiento y limpieza de equipos y maquinaria	Ej. Aceites, filtros usados, residuos de limpieza de tanques y depósitos, envases contaminados
Servicios auxiliares a la producción (laboratorios, talleres, etc.)	Ej. Envases contaminados, reactivos de laboratorio
Transporte y distribución	Ej. Envases contaminados

Habitualmente, este fenómeno se ve agravado por la existencia de prácticas inadecuadas, defectos en la organización, deficiencias en el diseño y operación en los procesos productivos, que aumentan el nivel de generación de residuos.

Seguidamente se describen alguna de las posibles causas de generación de residuos en la industria. Conviene señalar que, para un centro de producción concreto, lo más habitual es se presenten de forma simultánea varias de las causas descritas aumentando la generación de residuos.

A) Generales

Seguidamente, se relacionan algunos aspectos generales que inciden en la generación de residuos. Están más relacionados con la “conciencia ambiental” de las personas encargadas de la producción que con el propio procesos productivo. Destacan las siguientes:

- Escasa conciencia y formación ambiental en las industrias, imagen de la empresa y responsabilidad ambiental de la misma. Por ejemplo, una correcta codificación y cuantificación de los residuos generados permite obtener una visión general del proceso productivo y es la base para todas las actuaciones posteriores.
- Carencia de un sistema de información al público sobre todas las emisiones de cada industria.
- Coste bajo de la “gestión clásica”. Ausencia de impuestos y tasas sobre la generación de residuos.
- Deficiente control por parte de la Administración Pública.
- Insuficiencia de inversiones en equipos e instalaciones de reducción, regeneración y reciclado.
- Dificultades administrativas en el tratamiento de subproductos como residuos peligrosos, que dificulta su reciclaje.

En ocasiones, la ausencia de un responsable ambiental en el organigrama de la propia industria impide la adopción de medidas concretas de prevención y minimización de residuos.

B) Requisitos legales

Las obligaciones establecidas por la legislación, sobre todo en relación con el control de emisiones, pueden dan lugar a la generación de un volumen importante de residuos procedentes del sistema de depuración (aguas y gases).

El establecimiento progresivo de requisitos legales y modelos de gestión más adecuados (como los Sistemas Integrados de Gestión) producen un retorno progresivo de los residuos de consumo a los fabricantes, que son responsables de su gestión, preferentemente mediante reutilización y reciclaje.

La empresa debe mantenerse actualizada en relación con los cambios legales que pudieran producirse, para evitar la fabricación de productos fuera de la normativa, ya sea por ignorancia o negligencia de la Dirección de la misma.

C) Especificaciones de producto

En ocasiones, se establecen para los productos especificaciones demasiado exigentes por razones comerciales, que obligan a mayores niveles de depuración y con ello, la generación de un volumen superior de residuos.

Complementariamente, establecer especificaciones muy exigentes limita en gran medida el reciclaje de subproductos, dificultando su empleo como materia prima en procesos con alta exigencia.

El diseño del producto incide notablemente en su recuperación y reciclaje tras el consumo final. En este punto es importante recordar el concepto de “ecodiseño”, que implica la necesidad de expandir la perspectiva ambiental del diseño más allá de las fases de producción y uso, abarcando todo el ciclo de vida del producto.

D) Hábitos del mercado y los consumidores

En ocasiones se producen cambios en la demanda del mercado, errores en la planificación de las ventas, diseño obsoleto de los productos o uso de materiales perecederos, que pueden originar la existencia de productos caducados en los almacenes de los fabricantes y sus clientes.

E) Uso de materias primas y materiales de entrada

La planificación y gestión inadecuada de las materias primas empleadas en el proceso productivo incide de una forma notable en la generación de residuos. Alguno de los defectos más habituales asociados al empleo de materias primas son los siguientes:

- Definición incorrecta de las especificaciones de las materias primas, que da lugar a subproductos y residuos no deseados en el proceso.
- Empleo de materias primas con vida limitada, asociado a una mala planificación de la producción.
- Utilización indiscriminada de materias primas tóxicas o que originan la aparición de volúmenes importantes de residuos, de una forma fundamentada más bien en la inercia que en un estudio concreto del proceso de fabricación.
- Uso de aditivos a las materias primas, tales como anticorrosivos, antiespumantes, etc., que generan residuos y/o contaminan algunas emisiones.

F) Organización interna

Una organización interna incorrecta de las diferentes actividades puede dar lugar a la producción de residuos en etapas intermedias, caducidad de los productos almacenados, aumento desproporcionado de los trabajos de mantenimiento y limpieza, etc.

G) Especificaciones de diseño de los procesos

El diseño del proceso productivo es fundamental en relación con la posible generación de residuos. Seguidamente se relacionan algunos de los defectos más habituales en el diseño de los procesos:

- Deficiencias de diseño que permiten la entrada de materiales extraños (agua, polvo, etc.) en los procesos de tratamiento.
- Empleo de procesos de acabado superficial (mecanizado, pintura, pulido, etc.) con base solvente en lugar de soluciones acuosas o secas
- Implantación de un sistema de control de calidad de los procesos y etapas, con puntos de control en instantes y especificaciones inadecuados que producen el rechazo de productos acabados en lugar de componentes o materias primas.
- Falta de optimización o ajuste de procesos y mantenimiento de instalaciones.
- Uso excesivo de procesos químicos en las operaciones de limpieza en lugar de procesos mecánicos o en seco.

H) Tecnología y equipos empleados

Una causa muy frecuente de generación de residuos es el empleo de procesos e instalaciones obsoletas, ya sea por falta de capacidad financiera de la empresa, planificación defectuosa de los avances tecnológicos, depreciación de la maquinaria o directamente debido a la falta de excelencia técnica de la empresa.

También pueden existir defectos en los equipos, ya sean debidos a su diseño, construcción o instalación.

l) Existencia de anomalías e incidentes

Durante el proceso productivo pueden ocurrir situaciones no previstas que inciden en la generación de residuos:

- Fabricación de productos fuera de especificaciones de forma accidental.
- Perdida o deterioro accidental de productos acabados.
- Fugas o derrames al suelo, que puede producir un volumen importante de residuos.
- Pérdida de propiedades de los productos terminados.
- Mezcla inadecuada de materias primas con sustancias contaminantes.

3. TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN

Las técnicas de minimización de residuos son aquellas medidas destinadas a la reducción de los residuos en origen, dentro de la propia empresa. A la hora de seleccionar una alternativa de minimización deben definirse los objetivos que se quieren alcanzar (reducción de cantidad y/o reducción de la peligrosidad).

Estas medidas no implican necesariamente fuertes inversiones y cambios tecnológicos, y son a menudo, simples cambios en el manejo de materiales o buenas prácticas de mantenimiento y operación.

Las medidas de minimización deben ser introducidas progresivamente en la empresa, dentro de un proceso de mejora continua:

- En primer lugar, deben considerarse alternativas sencillas, que no impliquen cambios en los procesos productivos, como control de inventarios, mejoras en los procedimientos de operación y mantenimiento, estableciendo procesos sencillos de segregación o concentración.
- Más adelante, se actuará sobre operaciones de minimización algo más complejas como pequeñas modificaciones en los procesos de producción, cambios de materias primas o aditivos, procesos de segregación o concentración más complejos, operaciones de reciclaje o reutilización internas.
- Por último, se implantarán aquellas tecnologías que impliquen mayores cambios o inversiones como son; modificaciones tecnológicas en los procesos, operaciones complejas de reciclaje, recuperación, segregación o concentración, y la introducción de tecnologías limpias, entendiendo por éstas, aquéllos procesos de producción en los que todas las materias primas y energías son utilizadas de la forma más racional de manera que el impacto sobre el funcionamiento normal del medio ambiente sea mínimo.

Las diferentes alternativas de minimización se resumen en la figura siguiente.

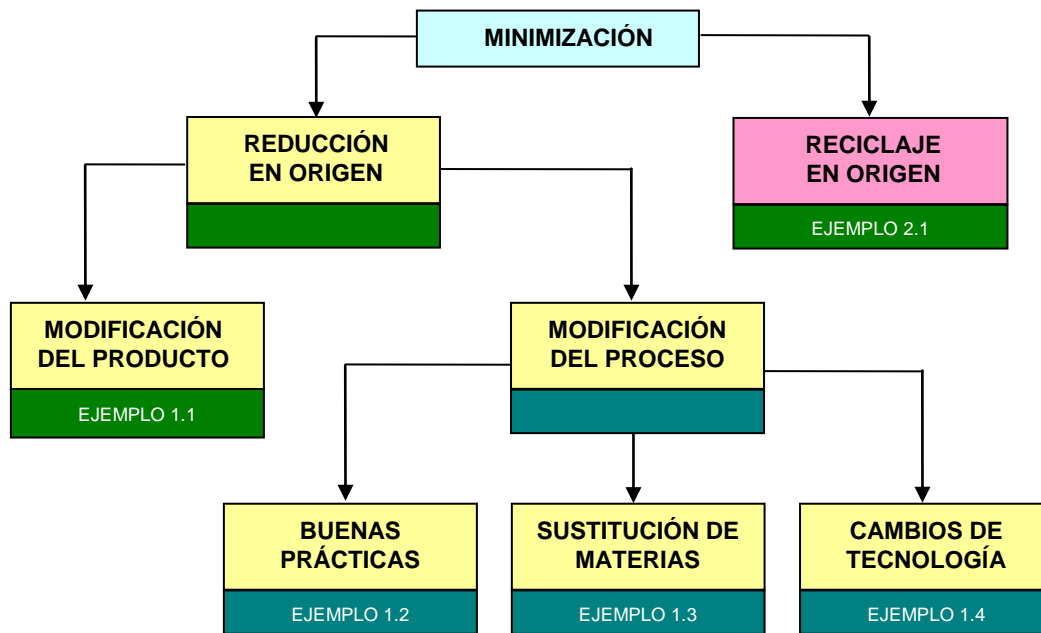


Figura 2: Alternativas en la minimización

La mayoría de estos cambios van a llevar asociados cambios en la rutina de trabajo, por lo que junto a su implantación se deberán definir cuales van a ser los nuevos procedimientos de trabajo, desarrollando instrucciones de trabajo, donde quede por escrito las variaciones y la nueva forma de proceder, comunicando todos los cambios al personal afectado, que será objeto de formación específica.

3.1. Cambios en la organización de la empresa

En muchas ocasiones, la información sobre los diferentes residuos generados por una empresa está desordenada y repartida por los diferentes departamentos responsables de la generación de residuos, empleando cada uno de ellos sistemas de clasificación y contabilización propios.

Un cambio organizativo en la empresa, como puede ser concentrar el control y la supervisión en un único departamento, definiendo responsabilidades medioambientales concretas para cada uno de las áreas de la empresa, permite una visión global así como un mayor control y planificación de la producción de residuos.

3.2. Cambios en los productos

Para reducir el impacto ambiental de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida, es necesario actuar en la fase de diseño del mismo. Esta concepción del diseño, que implica la necesidad de expandir la perspectiva ambiental del diseño más allá de las fases de producción y uso, abarcando todo el ciclo de vida del producto, se denomina **ecodiseño**.

La modificación del producto es un cambio de gran envergadura, que debe ser enfocado con tiempo suficiente y personal altamente cualificado, ya que puede afectar a los procesos (necesidad de nuevos equipos) y a las especificaciones finales de los productos.

Los cambios estarán orientados a minimizar el consumo de recursos, eliminar o reducir la presencia de sustancias peligrosas, aumentar la vida útil del producto, ampliar el número de reutilizaciones posibles, facilitar su reciclaje, etc.

Ejemplo 1.1. ECODISEÑO (Fuente: IHOBE)

Una empresa de fabricación de luces de emergencia desarrolla una nueva luz de emergencia basada en un circuito impreso sin halógenos, sustituyendo las pilas de NiCd por otras de NiMH (libres de metales pesados), así como un rediseño del circuito basado en la optimización de pistas. El ECODISEÑO ha minimizado los residuos de disolventes generados en la impresión de los circuitos, los restos de metales pesados procedentes de la pila y una reducción del 50% del consumo energético en beneficio del usuario.

3.3. Buenas prácticas operativas

Se conocen como "buenas prácticas" aquellas actuaciones dentro de la actividad industrial que favorecen la minimización de residuos. Habitualmente tienen un coste muy bajo y gran efectividad. Requieren la implicación de todos los agentes involucrados en el proceso productivo.

A) Gestión de inventarios

Consiste en establecer un control adecuado de las materias primas y los productos intermedios y acabados, así como de los flujos de los residuos asociados.

Por un lado se prestará atención al control de stocks, reduciendo la cantidad de materias primas y productos intermedios o acabados que puedan transformarse en residuos por caducidad o por quedarse obsoletos.

Para evitar esta situación, se procurará adquirir la materia prima estrictamente necesaria, emplear embalajes adecuados, establecer mecanismos para comercializar materias primas o productos que se están quedando obsoletos, implantar procedimientos de control de calidad de los productos comprados, etc.

La manipulación de productos y materias primas debe evitar que se produzcan pérdidas debidas a daños, derrames y contaminación de materias. Para ello puede ser recomendable adoptar las siguientes medidas:

- Introducir sistemas de dosificación de materias primas.
- Comprar el material en cantidad y recipientes adecuados que faciliten su manipulación.
- Disponer de cubetos de retención en zonas donde puedan producirse derrames.
- Evitar apilamientos indebidos y almacenamientos inadecuados.

B) Prevención de fugas y derrames

Las medidas están encaminadas a evitar la contaminación del suelo y el uso de materiales absorbentes. Las buenas prácticas implican la instalación de cubetos de retención, sistemas de dosificación, y llevar a cabo un correcto mantenimiento de maquinaria, conductos y tuberías.

C) Segregación y concentración de los residuos

La segregación de los diferentes flujos de residuos es fundamental en la minimización. Como ejemplo, hay que considerar que la mezcla de dos residuos, siendo uno de ellos peligroso, obliga a gestionar todo el conjunto como residuo peligroso.

Una correcta segregación de los residuos debe contemplar:

- Segregar los diferentes tipos de residuos en función de su peligrosidad, estado líquido o sólido para aumentar su potencial de reciclaje y recuperación.
- Evitar mezclar residuos peligrosos con no peligrosos ya que se aumenta la proporción de residuos peligrosos.

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos entre sí, ya que se aumenta la peligrosidad del residuo y dificulta su gestión.
- Disponer los contenedores necesarios y específicos para cada tipo de residuo.
- Señalizar mediante carteles los diferentes tipos de residuos.
- Separar los residuos que puedan haberse mezclado, como el agua del aceite gestionando así menos residuos.
- Correcto almacenamiento, evitando mezclas, contaminación con pluviales, etc.

Ejemplo 1.2. Aplicación de buenas prácticas ambientales (Fuente: CEMA. Ficha P+N num. 7)

Una empresa de transformación de metales por extrusión realizaba sistemáticamente una limpieza manual de la matriz sumergiéndola en baño de hidróxido sódico que debía gestionarse como residuo líquido. La buena práctica consistió en introducir un nuevo procedimiento de control de estado de la matriz, que elimina el lavado de los cabezales en buen estado. Se ha disminuido un 40% el residuo líquido, y ha aumentado la disponibilidad del trabajador para otras tareas de la empresa.

3.4. Cambios en las materias primas

Los cambios en las materias primas estarán orientados en reducir el empleo de materiales o sustancias peligrosos, evitando su entrada en el proceso de producción. Para ello, se promueve la sustitución de estos materiales por otros menos peligrosos.

En particular, se emplearán nuevas materias primas cuya vida útil se a mayor (Ej. taladrinas, aceites, etc.); con un mayor grado de biodegradabilidad; cuyo reciclado posterior, una vez convertidas en residuo, sea más sencillo; que sean menos peligrosas (sin metales pesados, halógenos y sustancias cancerígenas); que sean recicladas; y que no contengan materiales superfluos (Ej. Embalajes).

Es importante destacar que cualquier cambio en las materias primas debe ser estudiado cuidadosamente debido a sus posibles repercusiones en las especificaciones de los productos, sobre los diferentes procesos productivos, así como en las condiciones de almacenamiento y manipulación de materias primas.

Ejemplo 1.3. Sustitución de materias primas por otras menos contaminantes (Fuente: CEMA. Ficha P+N num. 56)

Una empresa de fabricación de piezas metálicas mediante el corte de alta precisión sustituye el disolvente clorado para el desengrase por una solución acuosa alcalina. La medida ha requerido la instalación de dos máquinas de limpieza que incorporan un sistema de separación de aceite y polvo, alargando la vida útil del baño. Esta medida ha permitido eliminar el consumo y la gestión posterior del disolvente clorado (9,6 t/año). La inversión (aprox. 79.400 € en maquinaria) se recupera en 4,85 años.

3.5. Cambios de tecnología

Los cambios tecnológicos consisten en la modificación de los procesos para que sean más eficientes, evitando la generación de residuos (reduciendo su cantidad y peligrosidad). Puede implicar la sustitución de equipos y maquinaria, automatización de procesos, e introducción de equipos para el tratamiento de residuos.

Se trata de la alternativa de minimización más costosa, pero cuyos resultados son más inmediatos. Antes de optar por la introducción de un cambio de tecnología debe evaluarse la inversión necesaria, las necesidades de espacio para su implantación y las modificaciones del proceso que introduce esta modificación.

La implantación de la Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC) promueve la implantación de las mejores tecnologías disponibles para cada actividad.

Ejemplo 1.4. Introducción de tecnologías más eficientes en el proceso productivo (Fuente: CEMA. Ficha P+N num. 77)

Una empresa dedicada a la reparación y limpieza de barcos mercantes, utiliza en el proceso de pintado de los cascos de barcos pistolas aerográficas y pintura con base solvente. Se sustituyen las pistolas aerográficas por pistolas electrostáticas, que aumentan el rendimiento de aplicación de pintura, con ahorro de consumo de pintura, disolvente y envases. Ahorro total de 105.000 €/año. Se recupera en 1 mes la inversión.

3.6. Reutilización, reciclaje y valorización en planta

Se trata de medidas de minimización a posteriori, es decir una vez producidos los residuos, y consisten en su aprovechamiento in situ como recursos en alguno de los procesos internos de la propia industria.

Debe valorarse el efecto de esta reutilización, reciclaje y valorización en el proceso productivo, sobre todo en la calidad del producto final, así como en la cantidad posible de material a reutilizar (calidad, proporción material reciclado/materia prima, efecto sobre la maquinaria, etc.).

Ejemplo 2.1. Reciclado en origen (Fuente: CEMA. Ficha P+N num. 76)

Una empresa de fabricación de vehículos utiliza aceites hidráulicos para el funcionamiento de la maquinaria de inyección de plásticos. La actuación ha consistido en instalar filtros en los circuitos de aceite, alargando la vida útil y eliminando las impurezas. El cambio de aceite pasa de anual a cada 7 años, con una disminución de la generación de residuos del 60%.

3.7. Gestión externa de los residuos

Siempre existirán algunos para los que no será posible o rentable disponer de tratamiento adecuado. Por otro lado, si decidimos tratarlos “in situ”, es muy probable que, como resultado de nuestro tratamiento, se genere un nuevo residuo que requerirá de una instalación final.

La actividad industrial requiere la existencia de instalaciones centrales de eliminación y tratamiento tanto para el tratamiento de efluentes líquidos como de residuos sólidos. La gestión externa de los residuos debe realizarse aplicando el principio de la jerarquía en la gestión de residuos. Debe llevarse a cabo un control adecuado de la gestión, verificando que la actividad de los gestores se realiza correctamente.

4. ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

El estudio de minimización de residuos consiste en identificar los residuos que presentan unas mayores posibilidades de minimización, seleccionar y evaluar las alternativas necesarias para lograr su reducción y cuantificar en el tiempo los objetivos de dicha reducción.

El requisito legal para los productores de residuos peligrosos establece la obligatoriedad de presentar el estudio de minimización cada cuatro años.

Se trata de un proceso cíclico de mejora continua, cuya periodicidad debe ser adaptada a las características de cada empresa, conforme al esquema que se recoge en la figura siguiente.

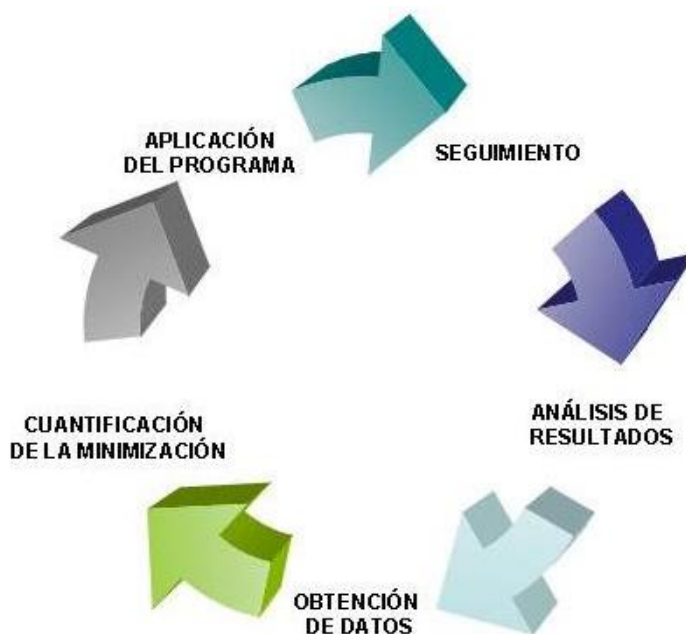


Figura 3: Minimización. Proceso de mejora continua

Seguidamente se recogen las diferentes etapas básicas que pueden seguirse en la realización de un estudio de minimización de residuos.

4.1. Recopilación de datos

El primer paso antes de desarrollar un estudio de minimización es obtener toda la información sobre los procesos que componen la actividad de la empresa, los residuos generados, su cantidad y características, para su posterior análisis y determinar en que áreas se puede efectuar una mejora.

La calidad de la información es fundamental. Pueden emplearse listas de comprobación, diagramas de flujo de entradas y salidas, inventarios de materias primas, productos y residuos, así como balances de materia.

Esta recopilación incluye las siguientes actividades:

- Identificar los procesos generadores de residuos, realizando un análisis de la totalidad de la empresa y de los procesos y actividades que tienen lugar, identificando todos los procesos generadores de residuos.
- Identificación de los residuos, a partir de los procesos generadores, recopilando toda la información relacionada (cantidad total anual, frecuencia con la que se genera, tipología del residuo, características peligrosidad, gestión actual del residuo, costes derivados de la gestión). Para ello, puede extraerse la información contenida en los inventarios de residuos, declaraciones anuales, estudios de minimización anteriores, evaluaciones medioambientales, fichas de seguridad, analíticas de los residuos, etc.
- Identificación de materias primas y productos, recopilando sus características físicas y químicas, su peligrosidad y costes, tanto para las materias primas principales, auxiliares, productos y subproductos.
- Maquinaria, equipos e instalaciones. Es necesario estudiar el funcionamiento y estado de la maquinaria y equipos involucrados en los procesos generadores de residuos, ya que su estado influye en la producción de los mismos.

4.2. Análisis de los datos

Con toda la información de los procesos generadores es útil emplear diagramas de flujo para estudiar las relaciones existentes entre las entradas (materias primas, auxiliares, consumibles, embalaje, energía y agua) y salidas (productos, emisiones al aire, aguas residuales, residuos y energía).

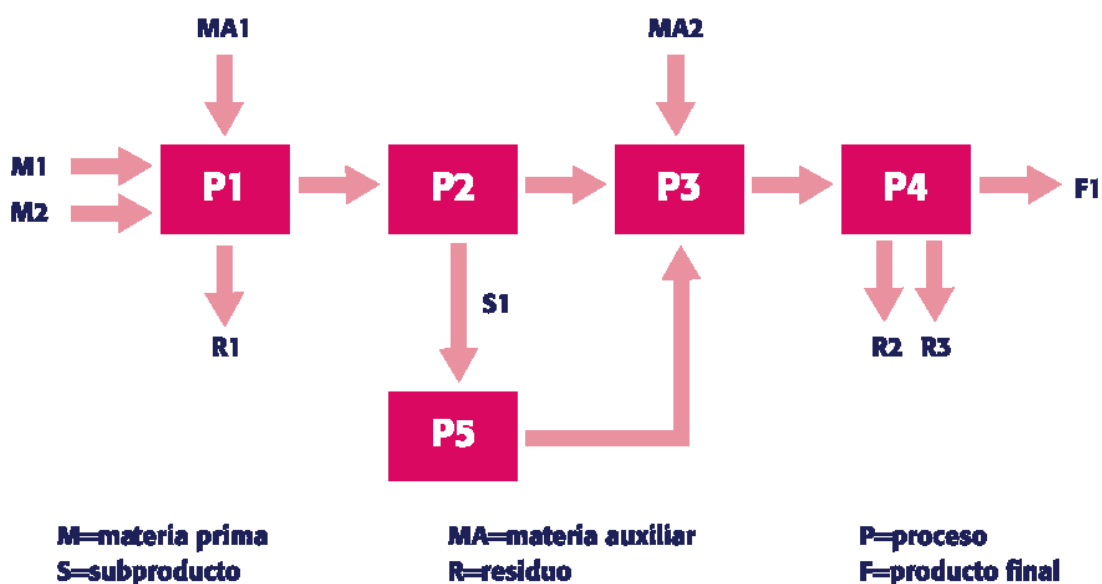


Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo

Así mismo, conviene estudiar la evolución de los últimos años, en la situación actual y realizar una previsión sobre la evolución futura. Para ello, es útil emplear gráficos de evolución temporal de la producción de residuos, consumo de materias primas, etc.

4.3. Identificación y selección de residuos prioritarios

En esta etapa se seleccionan aquellos residuos prioritarios, que serán el objeto principal de las medidas de minimización. Para ello, se tendrán en cuenta aspectos relativos a:

- Materias primas: peligrosidad, influencia en la generación de residuos, pérdidas de materias primas durante el proceso.

- Productos: posibilidad de fabricar productos con menor impacto ambiental, posibilidad de producir productos con mayores posibilidades de reciclaje y reutilización, aplicación de criterios ambientales al diseño del producto.
- Residuos: costes de gestión, dificultades de eliminación, necesidades de gestión externa, peligrosidad, problemática asociada.

4.4. Viabilidad y selección de alternativas de minimización

Una vez seleccionados los residuos prioritarios y los objetivos a conseguir deben establecerse las diferentes alternativas de minimización para lograr dichos objetivos. En ocasiones, puede existir más de una posibilidad para lograr los objetivos de reducción.

Por ello, puede realizarse una valoración de todas las posibles alternativas estudiando la viabilidad de cada opción para seleccionar la más adecuada. En particular, se evaluarán los siguientes aspectos:

- Beneficio ambiental. Además de evaluar la reducción de residuos, deben contemplarse otros aspectos relacionados con el medio ambiente, como el ahorro de materias primas, energía y agua.
- Viabilidad técnica, su influencia en la calidad final del producto, compatibilidad con otros procesos, tiempo necesario para su instalación, necesidades de mantenimiento, espacio necesario, etc.
- Viabilidad económica, evaluando los gastos de inversión y explotación de la alternativa respecto a la situación actual. La amortización de la inversión influye notablemente en la selección de la alternativa.
- Beneficios intangibles, tales como la mejora de la imagen de la empresa, relaciones con el entorno, disminución del riesgo de accidentes.

4.5. Programa de aplicación

Es necesario establecer un programa de implantación de la alternativa de minimización seleccionada, donde quedarán definidos los objetivos y las metas que se quieren conseguir.

Una vez determinado el objetivo a alcanzar, se establecerán metas intermedias para su consecución. Estos objetivos se cuantificarán como un porcentaje de reducción física o bien mediante un valor determinado al que se quiere llegar en un periodo de tiempo determinado.

El proceso debe ser objeto de seguimiento periódico para verificar la consecución de metas y objetivos. Este seguimiento se realizará a través del establecimiento de indicadores medioambientales que la empresa definirá en función de cómo quiera medir la minimización, pero es recomendable utilizar indicadores relativos como el de cantidad de residuos generados por unidad producida.

4.6. Implantación y seguimiento del plan de minimización

Tras la implantación de la alternativa, se seguirá su evolución, para comprobar si existen desviaciones respecto al comportamiento esperado, justificar la inversión realizada y comprobar que el plan de minimización está funcionando para continuar con su aplicación mediante las revisiones y actualizaciones necesarias.

4.7. Estudio de minimización. Requisito legal

La Ley 22/2011 en su artículo 17 apartado 6 establece: *“Los productores de residuos peligrosos estarán obligados a elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma un estudio de minimización comprometiéndose a reducir la producción de sus residuos.”*

La Disposición adicional segunda del Real Decreto 952/97, establecía que en el plazo de cuatro años a partir de la entrada en vigor de este Real Decreto, y posteriormente con la misma periodicidad, los productores de residuos peligrosos deberán elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma correspondiente un estudio de minimización de dichos residuos por unidad producida, comprometiéndose a reducir la producción de residuos peligrosos, en la medida de sus posibilidades.

El modelo del estudio de minimización se ajustará a los requisitos específicos de cada Comunidad Autónoma.

Índice

1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS	2
2. GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	5
3. TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN	10
3.1. Cambios en la organización de la empresa.....	11
3.2. Cambios en los productos.....	12
3.3. Buenas prácticas operativas	12
3.4. Cambios en las materias primas	14
3.5. Cambios de tecnología	15
3.6. Reutilización, reciclaje y valorización en planta.....	16
3.7. Gestión externa de los residuos.....	16
4. ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS.....	17
4.1. Recopilación de datos	18
4.2. Análisis de los datos	19
4.3. Identificación y selección de residuos prioritarios	19
4.4. Viabilidad y selección de alternativas de minimización.....	20
4.5. Programa de aplicación	20
4.6. Implantación y seguimiento del plan de minimización	21
4.7. Estudio de minimización. Requisito legal	21