

Universidad de Puerto Rico
Arecibo, P.R.

**Programa de Prevención de Contaminación y
Minimización de Desperdicios**

Preparado por:
Oficina de Salud, Seguridad Ocupacional y Protección Ambiental

Última Revisión: Febrero 2022

Tabla de Contenido

Tema	Página
Introducción	2
Definiciones	2
Elementos Básicos del Programa	3
Compromiso Institucional	3
Caracterización de la Generación de Desperdicios y los Costos de Manejo	4
Evaluaciones Periódicas de Minimización de Desperdicios	4
Adiestramiento	4
Técnicas de Prevención y Minimización	4
Reducción de Contaminación en la Fuente	5
Reducción de Efluentes de aguas usadas en los laboratorios	9
Sustitución de Sustancias	10
Reciclaje	11
Otros datos que considerar al planificar experimentos, Investigaciones y propuestas	11
Revisión y Enmiendas	12

Programa de Prevención de Contaminación y Minimización de Desperdicios

Introducción

La minimización de desperdicios es una política nacional establecida por el Congreso de los Estados Unidos desde el 1984, como parte de la Ley Federal de Desperdicios Peligrosos: “Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)”. En Puerto Rico, la Autoridad de Desperdicios Sólidos ha puesto en vigor el Reglamento para Prevención de la Contaminación. Este Reglamento requiere que se adopten políticas escritas que faciliten la identificación de fuentes de contaminación y se establezcan opciones técnicas para prevenir la contaminación. El establecimiento de estas medidas no solo ayuda a prevenir la contaminación y minimizar la generación de desperdicios, sino que puede reducir la incidencia de accidentes y la exposición a sustancias químicas. Otro de los beneficios de la reducción en la generación de desperdicios es la reducción de los costos de disposición. Cuando se previene la contaminación se reduce el impacto en las personas, en el ambiente y en el sector económico.

La Agencia de Protección Ambiental ha establecido unos elementos para las prácticas de manejo de desperdicios. Esos elementos incluyen: prevención de contaminación, reciclaje, tratamiento y disposición. La Oficina de Salud, Seguridad Ocupacional y Protección Ambiental de UPRA ha desarrollado este Programa con el propósito de establecer los elementos básicos que permitan minimizar los desperdicios y prevenir la contaminación mediante el uso eficiente y apropiado de los recursos.

Definiciones

- ◆ **Contaminación** – degradación de la calidad natural de las aguas, aire o el terreno como resultado directo o indirecto de las actividades humanas o perturbación de los seres vivos que se origina como consecuencia de esa degradación.
- ◆ **Desperdicios Sólidos** – cualquier basura, desecho, residuo, cieno u otro material descartado o destinado para su reciclaje, reutilización y recuperación, incluyendo

materiales sólidos, semisólidos, líquidos o recipientes que contienen material gaseoso generado por la industria, comercio, minería, operaciones agrícolas o actividades domésticas. Esta definición incluye:

- Materias que han sido desechadas, abandonadas o dispuestas;
 - Material descartado o materias a las que les haya expirado su utilidad o que ya no sirven a menos que sean procesadas o recuperadas.
- ◆ **Desperdicios Sólidos Peligrosos** – desperdicio sólido que exhibe cualquiera de las siguientes características: inflamable, corrosivo, reactivo y tóxico. Los mismos pueden:
- Causar o contribuir significativamente a un aumento en la mortalidad o a un aumento en enfermedades serias e irreversibles o incapacitantes pero reversibles.
 - Representar un peligro sustancial o potencial a la salud humana o al ambiente cuando son manejados, tratados, almacenados, transportados o se dispone de ellos en forma inapropiada. Se considerará como desperdicio peligroso cualquier desperdicio designado como tal en 40 CFR Parte 261 y/o listado como tal por la Junta de Calidad Ambiental.
- ◆ **Fuente de Contaminación** – cualquier acto, punto o localización en la operación o en el proceso de producción o durante el ofrecimiento de servicios, incluyendo la transportación, en donde se genere un contaminante.
- ◆ **Minimización de Desperdicios** – reusar los desperdicios en otros procesos o recuperar su valor energético. También incluye reducción en la fuente.
- ◆ **Prevención de Contaminación** – cualquier práctica que prevenga o reduzca la cantidad de cualquier contaminante que se emite al ambiente o que provenga o reduzca el consumo de energía, consumo y descarga de agua y generación de desperdicios sólidos. También significa cualquier práctica que reduzca los peligros a la salud y al ambiente relacionados con la disposición de contaminantes sin pasar dicho riesgo a los empleados o el ambiente.

Elementos Básicos del Programa

◆ **Compromiso Institucional**

La minimización de desperdicios es un proceso de mejoramiento continuo. Todos los individuos deben tener responsabilidad en la identificación de oportunidades para

minimizar desperdicios en sus actividades diarias. Los departamentos tienen que adoptar metas para reducir el volumen y la toxicidad de los desperdicios que generan. Además, tienen el compromiso de implantar las recomendaciones viables en los procesos que llevan a cabo.

◆ **Caracterización de la Generación de Desperdicios y los Costos de Manejo**

Uno de los métodos más efectivos y aceptables para identificar oportunidades de minimizar desperdicios es el “balance de masas”. Este método utiliza los documentos de compra de materiales y sustancias y generación de desperdicios para obtener una aproximación del uso de sustancias en base del modelo de entrada y salida. El mismo utiliza órdenes de compra, inventarios, registros de desperdicios, manifiestos de disposición y facturas para desarrollar un modelo del ciclo de vida de una sustancia. Este sistema promueve la minimización de desperdicios identificando los constituyentes y los procesos que representan un gran volumen y unos altos costos.

◆ **Evaluaciones Periódicas de Minimización de Desperdicios**

Los reportes de estas evaluaciones periódicas deben usarse para identificar oportunidades para identificar oportunidades de minimizar desperdicios. Las técnicas de minimización incluyen la sustitución de material por sustancias menos tóxicas, alteraciones o cambios en los procesos y reciclaje de sustancias .

◆ **Adiestramiento**

El adiestramiento en los procedimientos y técnicas de minimización es una herramienta primordial para la implantación del Programa. El adiestramiento en minimización de desperdicios es requisito para todo el personal con responsabilidad en la generación y manejo de desperdicios. El adiestramiento tiene que incluir los beneficios y las técnicas para implantar el Programa.

Técnicas de Prevención y Minimización

La contaminación del aire, agua y suelo puede impactar la salud de las personas y el ambiente, pero se pueden establecer una variedad de métodos para reducir la contaminación de éstos. Cuando se previene la contaminación también se reduce el impacto a las personas, al ambiente y los costos de disposición. El compromiso de toda persona que trabaja en la UPRA debe ser

promover y responsabilizarse por la salud, la seguridad y el ambiente como parte integral de su labor académica y administrativa. Como parte de ese compromiso está el desarrollar y establecer, en las áreas de trabajo, técnicas que ayuden a reducir o prevenir la contaminación y minimicen los desperdicios que se generan. Algunas de estas técnicas son las siguientes:

- ◆ Adiestrar al personal nuevo en los métodos de prevención y minimización de desperdicios usados en las áreas.
- ◆ Utilizar contenedores secundarios (ej: bandejas) para minimizar los efectos de un derrame y mantener en las áreas materiales para contención de derrames.
- ◆ Conocer las propiedades y riesgos de las sustancias y materiales en uso e identificar sustitutos más seguros.
- ◆ Evaluar la generación de desperdicios y las emisiones de aire para entender como estas actividades impactan el ambiente y establecer métodos para minimizarlas.
- ◆ Mantener los envases de toda sustancia con sus tapas en todo momento, en especial de aquellas que son volátiles.
- ◆ Comprar solo las cantidades de materiales y sustancias químicas necesarias y almacenarlas de acuerdo a sus características. Antes de comprar sustancias químicas deberá verificarse la cantidad disponible en el inventario del Almacén de Sustancias Químicas de la institución.
- ◆ Revisar el inventario de sustancias químicas periódicamente. Sustancias químicas en exceso deben estar disponibles para ser usadas por otros departamentos que las necesiten.
- ◆ Identificar todo envase de sustancias químicas y desperdicios peligrosos apropiadamente para evitar la generación de desconocidos.
- ◆ Evitar la compra indiscriminada de sustancias altamente peligrosas. Estas sustancias requieren permisos especiales para su manejo, tienen unos costos excesivos de disposición y el almacenaje inapropiado de éstas tiene como resultado la degradación química.
- ◆ Mantener los desperdicios peligrosos separados, segregados y disponer de ellos de forma apropiada (según lo establece el “Resource Conservation and Recovery Act – RCRA”).

Reducción de Contaminación en la Fuente

La reducción en la fuente es el componente más importante de la minimización de desperdicios. Los métodos de reducción en la fuente incluyen procesos de modificación, de operación y

sustitución de materiales o productos. Algunos negocios pueden prevenir la contaminación modificando sus productos, pero este método no aplica a las instituciones educativas.

- ♦ **Modificación de Procesos de Laboratorio** – La contaminación se puede prevenir o reducir cambiando los procesos de laboratorio que la crean. Las técnicas modernas de extracción minimizan los desperdicios al usar volúmenes pequeños de solventes orgánicos. Las simulaciones en computadoras eliminan el impacto ambiental cuando sustituyen los experimentos en el laboratorio. La digitalización de procesos puede contribuir a la reducción de contaminantes. Estas modificaciones en los procesos ayudan a reducir la compra de materia prima y por ende, la generación de desperdicios generados por éstos.

En la UPRA se han digitalizado los procesos de revelado de fotografía, al igual que los procesos de Fotolitografía en la Imprenta. Otra modificación que se ha implantado en los laboratorios de Química es el establecimiento de estaciones de trabajo y trabajo por mesas en lugar de en parejas. Hay varios experimentos de laboratorio que se realizan de forma teórica y algunos son realizados mediante simulaciones en computadoras. Además, las soluciones que requieren los experimentos son preparadas por los técnicos de laboratorio y no por los estudiantes. Esto ha logrado reducir la cantidad de sustancias químicas utilizadas y la generación de desperdicios peligrosos.

- ♦ **Reducir la escala de los procesos de laboratorio** – Una de las modificaciones más exitosas en la prevención de contaminación es el trabajo en micro escala. En el trabajo en micro escala, las cantidades de materiales usados se reducen considerablemente. Reducir la escala de los procesos de laboratorio no solamente reduce y previene la contaminación, sino que tiene otros beneficios:
 - Los experimentos a menor escala cuestan menos porque usan pequeñas cantidades de sustancias químicas, disminuye la cantidad de espacio necesario para almacenaje, reduce la generación de desperdicios y los costos de disposición.
 - Los experimentos a menor escala, usualmente, se realizan en un tiempo más corto.
 - Los procesos de enfriar y calentar son más fáciles con volúmenes pequeños.

- Una menor cantidad de sustancias químicas significa que la exposición a éstas se reduce.
- Se reduce el grado de riesgo y la severidad de accidentes, fuegos o explosiones.
- La cantidad de emisiones fugitivas (pérdidas por evaporación) se reduce.

En la UPRA se ha estado implantando desde hace varios años algunos experimentos de laboratorio a escala micro o semi micro. Las áreas que más se han impactado con esta iniciativa han sido los cursos de Química General, Química Orgánica, Tecnología Química general.

- ◆ **Mejorar las Operaciones de Laboratorio** – Mejoras simples a los procesos en el laboratorio pueden ayudar a prevenir la contaminación. Los extractores y fregaderos son necesarios para trabajar en el laboratorio, pero si no se usan de manera adecuada pueden ocurrir escapes o derrames que pueden afectar las personas y el ambiente. Si los procesos se realizan de forma segura esto se puede prevenir. Algunas formas de prevención son:
 - Minimizar la cantidad de sustancias químicas usadas en el laboratorio.
 - Trabajar con cuidado cuando se pesa o se transfieren sustancias químicas a otros envases para minimizar derrames.
 - Mantener los envases de sustancias químicas cerrados y sellados y evitar las descargas por el drenaje.
 - No colocar envases de sustancias químicas cerca de fregaderos, drenajes o en el piso.
- ◆ **Menos es Mejor** – La Sociedad Americana de Química (ACS) está solicitando a los científicos que trabajan con sustancias químicas que adopten el lema Menos es Mejor (“Less is Better”). Es más seguro comprar menos, almacenar menos, usar menos y disponer menos. Menos cantidad reduce el riesgo de la persona y de sus compañeros, reduce el riesgo de accidentes o incendios, ahorra espacio y dinero y reduce la contaminación.
 - Comprar menos: Compre solo las sustancias químicas y las cantidades que necesita en un futuro inmediato. Si solo necesita una pequeña cantidad, verifique en el Almacén de Sustancias Químicas si hay disponible en otra área o departamento.

No compre sustancias químicas en grandes cantidades o envases grandes. No acepte donaciones o muestras de sustancias químicas. Evite utilizar los fondos disponibles al final del año para comprar sustancias químicas innecesariamente. Desafortunadamente, debido a estas compras innecesarias, toneladas de sustancias químicas aún con sus sellos de fábrica son incineradas cada año.

- Almacenar menos – El exceso de almacenaje de sustancias químicas duplica el riesgo de fuego, derrame o escape. Algunas sustancias químicas se vuelven reactivas o explosivas con el paso del tiempo. Las emisiones fugitivas de sustancias almacenadas también pueden conllevar a una exposición perjudicial. El exceso de sustancias químicas almacenadas puede constituir una violación a los códigos de prevención de incendios y añaden un riesgo al momento de responder a un fuego o una emergencia. Es de suma importancia que se mantenga un inventario actualizado de las sustancias químicas y que se revise regularmente.
- Usar menos – El usar menos cantidad y volumen de sustancias químicas es más seguro para las personas que las manejan y para el ambiente.
- ♦ **Redistribución de las Sustancias Químicas en exceso** – Una manera en que la Agencia de Protección Ambiental (EPA) mide la reducción de desperdicios peligrosos es revisando el volumen que se genera de éstos cada año. La redistribución trata de reducir el volumen de sustancias sin usar que son dispuestas como desperdicio. Por esta razón, es necesario que todo técnico de laboratorio, profesor o investigador que necesite comprar una sustancia química deberá verificar primero su disponibilidad en el Almacén de Sustancias Químicas. Para esto es necesario mantener un inventario de todas las sustancias químicas disponibles actualizado y revisado periódicamente. La Oficina de Compras deberá solicitar la aprobación de la Oficina de Salud, Seguridad Ocupacional y Protección Ambiental de la UPRA de toda aquella requisición que contenga sustancias químicas antes de proceder a realizar la orden de compras.
- ♦ **Reducción de las Emisiones al Aire en los Laboratorios** – Una fuente potencial de contaminación en los laboratorios es la emisión de sustancias volátiles al aire. Para prevenir la exposición de las personas, los laboratorios están equipados con extractores, ventilación local y un nivel específico de ventilación en los salones. La evaporación de

solventes orgánicos en los laboratorios contribuye significativamente a las emisiones que van al aire. Una práctica establecida en nuestros laboratorios es la prohibición de evaporación de sustancias volátiles en los extractores como método de disposición final.

Algunas prácticas simples para minimizar las emisiones al aire en los laboratorios son:

- Mantener los envases de compuestos volátiles cerrados. Si la tapa no sella, reemplazarla o transferir el contenido a otro envase.
- Minimizar la cantidad de sustancias volátiles en el laboratorio. Solicitar y almacenar solo lo que se va a usar en un futuro inmediato.
- No almacenar sustancias químicas en el extractor.
- Mantener los procesos de laboratorio que usan sustancias volátiles lo más contenido posible.
- Mantener una cantidad mínima de desperdicios volátiles en el laboratorio.
- No disponer de ninguna sustancia química por el método de evaporación. Es ilegal evaporar desperdicios peligrosos como método de disposición.

Reducción de Efluentes de Aguas Usadas en los Laboratorios

Es importante señalar que todo lo que va por el sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad va a parar a las plantas de tratamiento de agua de la Autoridad de Acueductos. Debido a los procesos de degradación química, física y biológica del sistema es importante que ninguna sustancia química sea descartada por los fregaderos. Asegúrese que:

- Los envases de sustancias químicas en estado líquido no se sobrellenen ni tengan filtraciones.
- Todo aparato o equipo que descargue directamente en un fregadero no contenga sustancias químicas.
- Sustancias químicas en estado líquido se almacenen usando contenedores secundarios, en áreas sin drenaje en el piso, de modo que los derrames se puedan contener.

- No disponga de ningún desperdicio en el sistema pluvial. La mayoría de los drenajes exteriores y las alcantarillas van al sistema pluvial que descarga directamente a un cuerpo de agua.

Sustitución de Sustancias

Uno de los métodos más exitosos de reducir la contaminación es sustituyendo las sustancias químicas por otras con características menos peligrosas. Esto requiere el reemplazo del producto original por otro que tenga como característica el mismo uso final y requiere un proceso de investigación y evaluación para determinar si es factible la sustitución. En años recientes se ha aprendido mucho sobre toxicidad. Usar sustancias menos peligrosas en métodos donde tradicionalmente se utilizaban sustancias tóxicas debe ser una práctica en los laboratorios.

- ♦ **Soluciones para lavado de cristalería** – Las soluciones de ácido crómico son usadas regularmente para limpieza de cristalería en los laboratorios. Estas soluciones son altamente corrosivas y peligrosas. Son agentes oxidantes fuertes que reaccionan violentamente y explotan cuando se combinan con materiales oxidables. Estas propiedades las hacen extremadamente difíciles de manejar. En UPRA se ha sustituido el uso de soluciones ácidas de cromo para la limpieza de cristalería por soluciones limpiadoras biodegradables. Tampoco se utilizan baños de Permanganato de Potasio y Ácido Sulfúrico y el Agua Regia para la limpieza.
- ♦ **Mercurio y sus compuestos** – El mercurio es un metal tóxico que no puede ser neutralizado ni destruido. El mercurio es usado en los laboratorios en termómetros. Estos termómetros se rompen con facilidad y tanto el mercurio como lo que se utiliza para su limpieza son considerados desperdicios peligrosos muy costosos. Para prevenir estos y otros problemas se ha establecido, desde hace varios años atrás, sustituir los termómetros de mercurio por termómetros de alcohol.
- ♦ **Formaldehído** – El formaldehído es una sustancia química altamente volátil y muy inflamable. Es un compuesto tóxico clasificado como carcinógeno de categoría 3, es decir, que es un probable carcinógeno humano, a base de los experimentos de laboratorio y los estudios epidemiológicos realizados. La EPA ha concluido que el formaldehído es un probable carcinógeno humano (grupo B₂), sobre la base de estudios experimentales y estudios epidemiológicos. En UPRA hemos reducido en un 100% el uso de formaldehído

en los laboratorios. Los animales preservados que se compran para uso de los laboratorios del Departamento de Biología no vienen preservados en formaldehído, sino en una solución de “Ethylene Glycol” y algunos vienen empacados al vacío.

Reciclaje

Visto en forma general, el reciclaje significa el re-uso o recuperación de materiales. La decisión de reciclar un material depende de las características del residuo o mezcla de residuos. El reciclaje está caracterizado por tres aplicaciones:

- ♦ Uso directo o re-uso de un residuo en un proceso.
- ♦ Recuperación de un material secundario para un uso final separado.
- ♦ Remoción de impurezas de un residuo para obtener una sustancia relativamente pura reutilizable.

Los residuos reciclados se pueden usar como materia prima en ciertos procesos o como sustitutos de algunas sustancias químicas. La recuperación de residuos incluye procesos tales como separaciones químicas y físicas mediante tecnologías como destilación, extracción, precipitación, cristalización y evaporación. Es importante identificar aquellas sustancias utilizadas en los laboratorios que pueden ser reutilizadas en otros procesos mediante las tecnologías antes indicadas.

El Departamento de Física y Química, como parte de sus iniciativas, recupera los residuos de varios experimentos para ser utilizados en otras experiencias de laboratorio. Entre las sustancias químicas que se reciclan se encuentran: Ácido Benzoico, Acetanilida, Alcohol Isopropílico y pequeñas cantidades de solventes utilizados en los procesos de Cromatografía.

Otros datos que considerar al planificar experimentos, investigaciones y propuestas

- ♦ Eliminar o reducir el uso de sustancias químicas reactivas, tanto por razones de seguridad como por los desperdicios peligrosos que generan.
- ♦ Eliminar o reducir el uso de solventes halogenados, mientras sea posible. Muchos de estos solventes son carcinógenos.

- ◆ Reducir o eliminar el uso de arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y plata, si es posible.
- ◆ Eliminar o reducir el uso de solventes inflamables no halogenados, si es posible. Tratar de encontrar sustitutos biodegradables no inflamables.
- ◆ Eliminar o reducir el uso de sustancias altamente tóxicas, cuando sea posible.

Revisión y Enmiendas

La Oficina de Salud, Seguridad Ocupacional y Protección Ambiental de la UPRA será responsable de la evaluación de este Programa. Se evaluará regularmente para verificar el logro de metas y objetivos. Además, se revisará periódicamente para incorporar cualquier iniciativa desarrollada y establecida por los departamentos y oficinas que puedan ampliar el alcance del programa y el cumplimiento con las leyes y reglamentos aplicables.