

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

Desarrollo de alternativas de reducción de la contaminación, y elaboración de un plan de manejo de los desechos para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

Proyecto de Graduación sometido a la consideración de la Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Química

Gloriana Smith Carabaguíaz

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José, Costa Rica
2005

Desarrollo de alternativas de reducción de la contaminación, y elaboración de un plan de manejo de los desechos para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

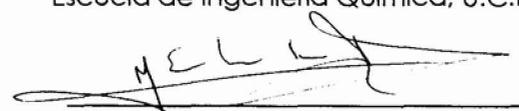
Proyecto de Graduación sometido a la consideración de la Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Química

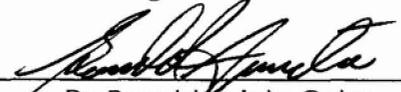
Sustentante:

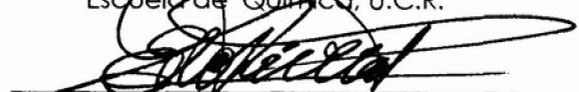
Gloriana Smith Carabaguíaz

Aprobado por:


MSc. Alexander Vásquez Calvo
Presidente del Tribunal
Escuela de Ingeniería Química, U.C.R.


Lic. Esteban Durán Herrera
Director del proyecto
Escuela de Ingeniería Química, U.C.R.


Dr. Ronald Arrieta Calvo
Miembro lector
Escuela de Ingeniería Química, U.C.R.


Dr. Ing. Eduardo Rivera Porras
Miembro lector
Escuela de Ingeniería Química, U.C.R.


Lic. Adolfo Ulaté Brenes
Miembro Invitado
Escuela de Ingeniería Química, U.C.R.

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José, Costa Rica
2005

*A Dios y a mi mamá:
juntos los tres siempre
logramos salir adelante*

Agradecimientos

A Dios, por el regalo de la vida, la oportunidad de prepararme, la capacidad y la perseverancia para lograr las metas, por manifestarse constantemente en mi vida desde los pequeños hasta los más grandes detalles.

A mami porque sólo su amor, paciencia, dedicación y entrega han podido guiarme y formarme en lo que soy ahora, este logro es nuestro. A papi por compartir conmigo los triunfos parciales que me fueron acercando hasta este día.

A mis hermanos Vane y Nel por la ayuda, las carreras, la comprensión y la paciencia que compartieron día a día conmigo. A Nicole, Philippe y Jean Paul, por poner primero mi estudio antes de otros deseos.

A Moisés por caminar de mi mano en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada paso hacia adelante.

Al resto de mi familia por darme todo su apoyo y por estar pendiente de mí en todo momento.

A mis amigas, Ale y Caro porque sólo ellas saben todos los sacrificios, alegrías y vivencias que hicieron de estos años un tesoro y que me acompañarán por siempre dándome la fortaleza para enfrentar lo que venga.

Al Ing. Esteban Durán, por su guía y su amistad. Al Ing. Adolfo Ulate por toda la ayuda y cariño manifestados durante estos años.

Al MSc. Alexander Vásquez y al Dr. Ronald Arrieta, por su guía, y contribución para que este proyecto fuera realidad.

A los Ingenieros Michael Chacón, Manuel Molina, George Cotter, Eduardo Rivera y Álvaro Flores por creer en mí y por toda la motivación que me dio fuerza en los momentos abrumadores.

Al resto de los profesores que aportaron su conocimiento y paciencia para formarme como ingeniera, como profesional y como ser humano.

A MSc. Carlos Herrera, director; al personal administrativo, profesorado, personal de mantenimiento y limpieza de la Escuela de Química que abrieron las puertas y brindaron el apoyo con entusiasmo para que el presente proyecto pudiera llevarse a cabo.

A todos mis compañeros de generación, por compartir las pruebas de las que poco a poco fuimos saliendo airosos.

Resumen

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar opciones de reducción de la contaminación, y plantear un plan de reducción de los desechos sólidos y líquidos para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica.

El proyecto se llevó a cabo en varias etapas. Durante la primera, mediante investigación bibliográfica en medios escritos y digitales, se creó el marco conceptual.

En la segunda, se investigaron las características históricas y físicas de la Escuela de Química, a través de investigación bibliográfica, entrevistas y visitas a las instalaciones.

La tercera etapa, de diagnóstico, requirió la visita a cada una de las secciones de la Escuela de Química y la proveeduría para determinar las prácticas habituales de manejo de los desechos aplicando una lista de verificación y entrevistando a los coordinadores de laboratorio y al encargado de la proveeduría.

Se encontró que existen esfuerzos aislados de reducción de la contaminación en la Escuela, y la disposición desde la Dirección de formalizarlos.

Existen necesidades de capacitación sobre el manejo de desechos para el personal de limpieza, asistentes de laboratorios, y el estudiantado, una ventaja es que se cuenta con docentes calificados pertenecientes a la misma Escuela, para impartir los cursos.

Se registró durante un mes la cantidad de desechos sólidos recolectados por el personal de limpieza de la Escuela y a partir de una muestra compuesta, se determinó su composición. Se determinó que el 74.25% de los desechos generados, podría aprovecharse.

Se consultó la documentación existente sobre el programa de reciclaje y los pedidos e inventarios que se envían a la proveeduría. A partir de las hojas de seguridad de los materiales, se determinó según la clasificación de la Agencia de Protección contra Incendios de Estados Unidos (NFPA, por sus siglas en inglés), una variable llamada peligrosidad resultado de la suma de los valores otorgados por la agencia para los rubros de salud, inflamabilidad y reactividad. Con esa peligrosidad y las cantidades de material existente según los archivos; se efectuó un análisis tipo ABC para evaluar el manejo de existencias en la Escuela; determinándose, al obtener una distribución lineal de los puntos, que existe una planificación adecuada de los reactivos que maneja cada sección.

Del proceso de diagnóstico se encontró, en el caso de los líquidos, que la descarga de las aguas servidas y las aguas negras se efectúa por una misma tubería, requiriéndose una modificación a futuro.

Respecto de las emisiones al aire, se requiere un análisis adicional, que incluya, un proceso de muestreo, la creación de patrones específicos para la caracterización de las corrientes; y la especialización de personal para obtener un análisis fiel a la realidad.

Analizando los datos recolectados en el diagnóstico y consultando a los mismos profesionales de la Escuela de Química, se redactaron opciones de reducción de la contaminación, fundamentadas mediante investigación y evaluadas desde los puntos de vista, económico y de factibilidad según los demás recursos de la Escuela, y se formó un plan de reducción de la contaminación que sugiere:

- Crear un comité que administre la implantación del plan, evalúe sus alcances y replantee objetivos dentro del ciclo de mejora continua.
- Capacitar al estudiantado y al personal de limpieza y asistencia en los laboratorios.
- Impulsar una campaña de acopio y clasificación de desechos ordinarios.
- Recuperar éter etílico mediante destilación.
- Confeccionar una red intersecciones y digitalizar los inventarios y pedidos de

reactivos.

- Abrir canales de comunicación externos e internos para mantener informado al personal y al público en general.

La Inversión económica para la implantación del plan es de ¢68 000 aproximadamente (\$150 al tipo de cambio de la primera quincena de enero 2005), estimada a partir de consultas telefónicas y cotizaciones a posibles proveedores de los recursos necesarios.

El beneficio económico máximo alcanzable con la implementación exitosa del plan propuesto, es de ¢107 000 aproximadamente (\$235 al tipo de cambio de la primera quincena de enero 2005). Estos se obtendrían al vender el 50% del material aprovechable, al recuperar el éter etílico y al ahorrar los importes por el manejo y disposición de los desechos recuperados que actualmente se envían al relleno sanitario.

Índice general

Tribunal examinador	-----	ii
Dedicatoria	-----	iii
Agradecimientos	-----	iv
Resumen	-----	v
Índice general	-----	vii
Índice de cuadros	-----	ix
Índice de figuras	-----	xi
Capítulo 1: Introducción	-----	1
Capítulo 2: Generalidades de la Escuela de Química	-----	5
2.1 Reseña histórica de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	-----	5
2.2 Descripción de la planta física	-----	8
2.3 Organización administrativa	-----	12
Capítulo 3: El problema de la contaminación y sus posibles soluciones	-----	14
3.1 La contaminación	-----	14
3.2 Tipos de contaminantes	-----	15
3.3 Tipos de normativas para la regulación de la contaminación	-----	19
3.4 Leyes, reglamentos y normativas en Costa Rica	-----	20
3.5 Jerarquía del manejo ambiental	-----	21
3.6 Categorías de reducción de los desechos	-----	23
3.7 El concepto de prevención de la contaminación y sus alcances	-----	25
3.8 Metodología para la elaboración de un plan de reducción de la contaminación	-----	26
3.9 Elementos clave para el éxito del plan	-----	28
3.10 Herramientas para el diagnóstico y la identificación de alternativas para la reducción de desechos	-----	29
3.11 Oportunidades de reducción de la contaminación en las actividades de oficina	-----	31
3.12 Oportunidades para la prevención de la contaminación en las operaciones de laboratorio	-----	33
Capítulo 4: Proceso de diagnóstico: El estado cero	-----	35
4.1 Sobre el uso de reactivos químicos	-----	35
4.2 Prácticas de manejo de los desechos peligrosos generados	-----	38
4.3 Prácticas de manejo de los desechos sólidos ordinarios	-----	44
4.4 Prácticas de manejo de los desechos líquidos generados	-----	47
4.5 Prácticas de manejo de los desechos gaseosos emanados	-----	47
4.6 Panorama general del problema	-----	47

Capítulo 5: Opciones para la reducción de la contaminación	50
5.1 Alternativas de reducción de la contaminación	50
Capítulo 6: Plan para la reducción de los desechos en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	61
6.1 Programa para la reducción de fuetes y manejo de los desechos de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	62
6.2 Detalle de la información económica	77
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones	81
Capítulo 8: Bibliografía	84
Apéndices	
A. Herramientas utilizadas para el diagnóstico y la generación de opciones de reducción de la contaminación	87
B. Información recabada para la confección de los diagramas ABC	90

Índice de Cuadros

Cuadro 3.1	Fuentes de contaminación más comunes para el agua, el aire y el suelo	15
Cuadro 3.2	Categorías que agrupan a las sustancias peligrosas según las Naciones Unidas	17
Cuadro 3.3	Clasificación de las sustancias según la EPA	18
Cuadro 3.4	Clasificación de las sustancias según la OSHA	18
Cuadro 3.5	Clasificación de las sustancias según la Comunidad Europea	19
Cuadro 3.6	Palabras clave para identificar medidas de reducción de la contaminación	31
Cuadro 3.7	Desechos comunes generados en las actividades de oficina	32
Cuadro 4.1	Resumen de las fortalezas y debilidades encontradas durante el proceso de diagnóstico correspondiente a las diversas secciones de la Escuela de Química	41
Cuadro 4.2	Contribución absoluta de los distintos materiales al total mensual de desechos sólidos recabados en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	45
Cuadro 4.3	Materiales comprendidos en el rubro no aprovechables	46
Cuadro 6.1	Plan para el establecimiento de un programa de reducción de la contaminación	66
Cuadro 6.2	Plan de acción para la creación del equipo de trabajo para la administración del plan de reducción de la contaminación	69
Cuadro 6.3	Plan de acción para la definición de la política, la misión y la visión ambientales de la Escuela de Química	70
Cuadro 6.4	Plan de acción para la coordinación de los cursos de capacitación al personal y el estudiantado	71
Cuadro 6.5	Plan de acción para la confección del material escrito para las capacitaciones	71
Cuadro 6.6	Plan de acción para la destinación de quince minutos semanales a la formación ambiental	72
Cuadro 6.7	Plan de acción para la inclusión en las prácticas de laboratorio secciones sobre el manejo de los desechos	72
Cuadro 6.8	Plan de acción para la digitalización de inventarios	72
Cuadro 6.9	Plan de acción para iniciar la confección de una red intersecciones para el control de reactivos, residuos y desechos de las secciones	73
Cuadro 6.10	Plan de acción para la recuperación de éter etílico	73

Cuadro 6.11	Plan de acción para la promoción de la campaña de recolección y clasificación de desechos ordinarios	73
Cuadro 6.12	Plan de acción para el impulso de la campaña de reciclaje de papel	74
Cuadro 6.13	Plan de acción para la campaña de recolección de desechos biodegradables	74
Cuadro 6.14	Plan de acción para la campaña de recolección de PET	75
Cuadro 6.15	Plan de acción para la campaña de recolección de latas de aluminio	75
Cuadro 6.16	Plan de acción para la evaluación del proyecto de separación de tuberías para aguas negras y servidas	75
Cuadro 6.17	Plan de acción para el análisis del nivel de contaminación del aire en los laboratorios	76
Cuadro 6.18	Plan de acción para la creación de un archivo para registrar los avances y las limitaciones encontradas en la implementación del plan	76
Cuadro 6.19	Plan de acción para la creación de un canal de comunicación	76
Cuadro 6.20	Plan de acción para el proceso de auditoría y mejora continua	77
Cuadro 6.21	Estimación de los costos de implementación del plan	78
Cuadro 6.22	Estimación de los ingresos generados debido a la campaña de acopio y clasificación de los desechos ordinarios	79
Cuadro 6.23	Estimación del ahorro máximo alcanzable con el cumplimiento de las metas planteadas en el plan	80

Índice de Figuras

Figura 2.1	Fotografía de la entrada principal de la Escuela de Química e la Universidad de Costa Rica	8
Figura 2.2	Croquis de la planta baja del edificio en que se ubica la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	9
Figura 2.3	Croquis de la primera planta del edificio en que se ubica la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	10
Figura 2.4	Croquis del segundo piso del edificio en que se ubica la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	11
Figura 2.5	Organigrama de la distribución administrativa de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	13
Figura 3.1	Tipos de normas relacionadas con el ambiente	19
Figura 3.2	Jerarquía del manejo ambiental	22
Figura 3.3	Técnicas para la reducción de desechos	23
Figura 3.4	Metodología para la prevención de la contaminación	27
Figura 3.5	Ciclo continuo de prevención de la contaminación	29
Figura 4.1	Resultados entorno a la relación cantidad-peligrosidad de los reactivos que se utilizan en cada sección de la Escuela de Química	36
Figura 4.2	Distribución porcentual de los desechos líquidos que son recolectados en la proveeduría	39
Figura 4.3	Esquema de clasificación según su naturaleza de los desechos sólidos manejados por la Proveeduría	39
Figura 4.4	Distribución porcentual de los desechos sólidos que son recolectados en la proveeduría	40
Figura 4.5	Distribución de materiales en los desechos sólidos ordinarios de la Escuela de Química	45
Figura 4.6	Representación esquemática del problema principal encontrado en torno al manejo de los desechos en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	48
Figura 5.1	Diseño propuesto para los afiches de promoción de las campañas de reciclaje de desechos ordinarios para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	58
Figura 5.2	Rótulos para la designación de los recipientes colectores de la campaña de recolección de materiales aprovechables	59
Figura 6.1	Diseño propuesto para la identificación de los documentos que respaldan los esfuerzos de reducción de la contaminación para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	62
Figura 6.2	Orden jerárquico y estructura administrativa propuestos para la implantación del plan de reducción de la contaminación en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica	63

Capítulo 1

Introducción

“No puedo en un sólo día cambiar el desierto. Pero puedo empezar haciendo un oasis”
Phil Bosmans

El proceso de toma de conciencia de la población con respecto a la problemática de la contaminación ambiental, es un aspecto de la vida que día a día resulta más apremiante.

Todo ciudadano debe realizar esfuerzos para la conservación del ambiente, buscando que el avance tecnológico y los procesos de producción que proporcionan los insumos requeridos para hacer más fáciles las tareas cotidianas, se lleven a cabo con un impacto menos negativo en el ambiente.

Para garantizar la efectividad de los esfuerzos de disminución de la contaminación es de suma importancia que desde el proceso de formación de los nuevos profesionales, se desarrolle el hábito del aprovechamiento de los recursos y junto con ello, la disposición adecuada de los desechos que generan las actividades humanas.

En muchos países del mundo, durante las últimas décadas, se ha confiado esta tarea a las universidades, quienes a través de programas internos no sólo colaboran con el ambiente, sino que propician en los estudiantes la responsabilidad social de analizar las repercusiones de un manejo irresponsable de los desechos. [Reagan, 2004]

De igual manera, se han incorporado a los programas de estudio cursos que dotan a los futuros profesionales de armas para evitar el daño de los recursos, éstos han venido evolucionando con el pasar del tiempo. [Braganza, 2002]

La mayoría de las políticas respecto al asunto de la contaminación del ambiente nacieron dentro de las empresas, como respuesta a las leyes y demandas de organizaciones y gobiernos y fueron proyectándose en los programas de estudio de los centros de enseñanza.

Inicialmente, desde la perspectiva del *principio de remediación* lo importante fue reparar el daño ya causado, para poder volver a producir desechos y volver a aplicar las medidas para resarcir al ambiente. [UNED, 1996]

En la década de los 80 el criterio adoptado fue el *principio de asimilación* el cual causó que se volvieran los ojos hacia el reciclaje y la producción de productos

biodegradables.

Durante los 90, se introdujo el *principio precautorio* una práctica mucho más saludable para el ambiente pues prevé antes de iniciar la producción, las repercusiones de la introducción de un producto ajeno al ecosistema antes que suceda, por lo que propicia el análisis y sustitución de productos potencialmente nocivos para el ambiente. De éste principio nacen varias políticas como la producción más limpia y las prácticas de cero descarga, entre otras. [UNED, 1996]

En países como Estados Unidos, la legislación no sólo se ocupa de la contaminación generada por las industrias sino que también regula las actividades de los centros de educación superior.

Universidades como Harvard, Princeton, y las de los estados de Iowa, Dakota del Norte y Kentucky entre muchas más, poseen planes de reducción de las fuentes generadoras de desechos, de reuso, reciclaje y tratamiento de los desechos que inevitablemente se producen. [Reagan, 2004]

En Costa Rica, a pesar de ser un país reconocido al nivel mundial por sus riquezas naturales, y siendo la legislación ambiental rigurosa, la fiscalización es casi inexistente comparada con la de otros países, en torno a los centros de enseñanza e investigación. En términos generales, la actividad de laboratorios, está regida por el Permiso de Funcionamiento para Laboratorios Químicos que establece los permisos necesarios para su operación y está al cargo de las instancias regionales del Ministerio de Salud. [Ministerio de salud, 2002]

Un plan de manejo de los desechos, a pesar de su costo de implantación, puede generar un ahorro económico significativo, al promover alternativas de disminución de las corrientes generadoras de desechos, punto clave en una universidad estatal, sujeta al aporte monetario del gobierno.

Esta tarea amplia, debido a la naturaleza diversa de las acciones que se llevan a cabo en las distintas facultades de la Universidad de Costa Rica, se debe realizar de forma que se canalicen esfuerzos hacia las prácticas que produzcan desechos peligrosos, tal es el caso de los residuos químicos que se manejan a diario en la Escuela de Química. Un proyecto de esta naturaleza permitirá dar un primer paso, en busca de que las actividades de la Universidad de Costa Rica, se realicen de forma responsable con el ambiente, de acuerdo a los requisitos legales que van siendo más rigurosos día con día; siguiendo los pasos de grandes universidades de otros países, como Estados Unidos, que

tienen ya implantados planes similares. Para esto, destaca la participación de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés), que realiza continuamente una labor de capacitación gratuita permitiendo el acceso a procedimientos probados que orientan al investigador para aplicar esta teoría de manera eficiente y con ello contribuir poco a poco con el ambiente. [EPA, 1995]

Existen además fuentes múltiples de información en distintos idiomas que sirven de guía para la creación y la implantación de medidas para la reducción de la proliferación de desechos, de toda índole. Freeman, uno de estos autores, motiva al investigador con la frase siguiente:

“Disminuir los desechos es un buen negocio. El reciclaje, la sustitución de materiales, el buen mantenimiento y la actualización del equipo, son conocidas prácticas de negocios que también reducen en gran medida las cantidades de desechos peligrosos generados. Las actividades dirigidas hacia la reducción de desechos, pueden contribuir a bajar los costos de operación, a ahorrar en la compra de materia prima y a mejorar la seguridad laboral del personal”. [Freeman, 1990]

Este proyecto persigue incentivar a los lectores a aportar sus conocimientos y su esfuerzo, así como, a asumir esa responsabilidad que se tiene para con el ambiente, durante la realización de todas las actividades.

Los objetivos planteados para la realización del proyecto fueron:

A. Objetivo General:

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar alternativas de reducción de la contaminación, así como elaborar un plan de reducción de los desechos para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica.

B. Objetivos específicos:

1. Efectuar una investigación bibliográfica que cubra aspectos relacionados con programas de prevención de la contaminación, planes de gestión ambiental y sistemas de gestión para el manejo de desechos, enfocados, estos últimos, principalmente hacia residuos químicos peligrosos.
2. Realizar una descripción de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, que incluya las secciones en que se divide, la cantidad de laboratorios que posee y las actividades que allí se ejecutan.

3. Diseñar una herramienta metodológica que funcione como medio de inspección, medición, evaluación, y diagnóstico de las condiciones de generación de desechos actuales de la escuela en cuestión.
4. Aplicar la herramienta metodológica diseñada para la identificación de las fuentes de desechos sólidos, líquidos y emisiones al aire generados por la unidad académica y de ser posible caracterizar y cuantificar dichas corrientes.
5. Plantear opciones de disminución de las fuentes generadoras de contaminantes identificadas.
6. Realizar una evaluación del costo de implantación que implican las opciones propuestas.
7. Efectuar consultas a los profesionales que estén familiarizados con la situación ambiental, y los recursos con que cuenta la Escuela de Química para realizar un análisis de viabilidad de las alternativas planteadas.
8. Proponer un plan de manejo de los desechos acorde con las necesidades de la unidad académica tomando en cuenta la naturaleza de los desechos identificados, los costos de implantación comprendidos y las opiniones de profesionales calificados.
9. Elaborar el informe final del proyecto de graduación; siguiendo las normas que dicta la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica.

Capítulo 2.

Generalidades de la Escuela de Química

Con el fin de ubicar al lector en el marco referencial de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, se elaboró el presente capítulo. En él se dedica un primer apartado a la presentación de datos históricos relevantes, concernientes al nacimiento y evolución de la Escuela; otro para destacar la descripción de la planta física en que se ubica; y finalmente un último apartado para detallar la organización administrativa vigente.

2. 1 Reseña Histórica de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica [Chaverri, 1987][Bravo, 2004]

Para la confección de ésta sección, se efectuó una investigación entorno a aspectos históricos relevantes que trajeron consigo la formación y evolución de la Escuela tal y como se conoce hoy en día. Las fuentes de información consultadas fueron básicamente dos: un documento inédito escrito por el Químico Guillermo Chaverri, que será publicado en formato digital próximamente, y una entrevista personal con el Químico Orlando Bravo Trejos.

En 1940 se creó durante el gobierno del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia la Universidad de Costa Rica; una contribución invaluable para la educación costarricense.

Un año más tarde, empiezan a funcionar la Facultad de Ciencias y la Facultad de Letras y Filosofía, las cuales se sumaron a las ya existentes Facultades de Derecho, Farmacia, Ingeniería, Agricultura y Bellas Artes.

En sus inicios la Facultad de ciencias estuvo constituida por dos carreras: Lic. en Ciencias Biológicas y Lic. en Ciencias Físico-químicas, de manera que cada una de ellas conformó una sección dentro de la Facultad, teniéndose además un plan de Físico-Matemáticas. Para ésta época, un profesional graduado de la Facultad de Ciencias adquiría además del grado de Licenciatura, el título de Profesor de Estado que les permitía enseñar, con todas las de ley, Química a las siguientes generaciones.

Desde 1941 hasta 1956, la Escuela de Ciencias tuvo su sede en el edificio de la Escuela de Farmacia en el Barrio González Lahmann, funcionó durante las tardes y al igual

que las demás Facultades se desempeñó independientemente.

En 1944, se autoriza a los profesores de Química para que elaboren un plan para unificar los cursos de Química en las diferentes Facultades. En éste momento no se contaba con instalaciones adecuadas y cada facultad que requiriera de las ciencias básicas poseía sus propios profesores para cada asignatura. Nace entonces la idea de crear una agrupación de profesores, de manera que se especializaran en distintas áreas de la Química y de ésta forma, un profesor impartiría en todas las facultades un sólo aspecto; es decir Química General, Inorgánica, Analítica y Orgánica.

La limitación de espacio físico adecuado para la puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes, pudo solventarse gracias a la colaboración de laboratorios "oficiales" como el Laboratorio de Química de la Fábrica Nacional de Licores, El Laboratorio del Ministerio de Salubridad, El Laboratorio de Análisis de Suelos en el Ministerio de Agricultura e Industrias y El Laboratorio Químico de la Universidad que ponían a disposición del estudiantado los medios y las instalaciones para hacer realidad la práctica.

En 1947 se presentó una propuesta de reorganización para la Facultad de manera que fuera integrada por cuatro secciones con sus respectivas carreras: sección de Físico-química, de Química, de Biología, y de Bacteriología. Con ésta reforma se suprimió el primer año común que tenía la facultad para todas las carreras, pero se conservaron los cursos comunes. Previo a la instauración de la carrera de Química, se requería reclutar el personal capacitado.

Debido a que en Costa Rica ningún ente formaba profesionales con sólidos conocimientos en Química en 1948, debió consultarse la cantidad de personas capacitadas en el extranjero durante los años anteriores y que estaban dispuestos a transmitir su conocimiento; se constató entonces que se tenía acceso a un grupo regular de profesionales que cumplían con ese requisito.

La carrera de Química empezó a impartirse en Costa Rica a partir de marzo en la sección de química de la antigua Facultad de Ciencias, cuando se logró completar los 20 estudiantes matriculados, requisito para iniciar el primer año de la carrera.

Fueron muchas las amenazas y dificultades que debieron ser sobrepasadas, debido a que existía un ambiente negativo por parte de varias Facultades, principalmente las de Farmacia y Microbiología que hasta el momento de la creación de

la carrera de química eran quienes abarcaban el campo laboral de la Química.

En 1956, se cristaliza la reforma universitaria gracias al trabajo del Rector Rodrigo Facio. Ésta, consistió fundamentalmente en la creación de la Facultad de Ciencias y Letras y la creación de los estudios Generales (Humanidades) a partir del año siguiente. En agosto de éste año se acordó establecer el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Letras. El resto de departamentos pertenecientes a la nueva Facultad nacieron en marzo de 1957.

La Nueva Facultad de Ciencias y Letras tenía tres planes distintos, para el primer año, cada uno abría el paso a carreras distintas, éstos eran: Letras y Estudios Sociales, Ciencias Biológicas y Físico-Matemáticas.

De ésta manera, se evidencia el aporte de los profesionales en Química para instaurar el sistema que funciona en la actualidad, de la departamentalización de la Universidad siguiendo modelos como los de la Universidad de Kansas en Estados Unidos.

A finales del año 1958, se inaugura la primera porción del edificio para el Departamento de Química, una primera ampliación se efectuó hacia 1972, pero no fue sino hasta 1987 que se completó tal y como lo conocemos hoy en día.

Así continuó funcionando el departamento de química probando ciertas innovaciones dentro de su proceder académico, en 1961 se estableció la asistencia libre a los cursos teóricos en Química y apareció el plan semestral en la Química General, el cual se extendió en el año siguiente para casi todos los demás cursos que se impartían bajo la tutela del departamento. Otro aporte de la Escuela de Química fue la creación de la carrera de Ingeniería Química, en 1964, como respuesta a la demanda existente en el país gracias al crecimiento industrial y como complemento al trabajo de los Químicos, ésta, se traspasó a la facultad de Ingeniería en 1969.

Durante el Tercer Congreso Universitario, celebrado en 1973, se promueve el Departamento de Química al Rango de Escuela, de la manera en que funciona hasta la actualidad y se revivió la idea de organizar una Escuela de Posgrado.

Éstos han sido, a grandes rasgos, los eventos clave en la formación de la Escuela de Química que se conoce en estos momentos, y la cual se construyó con el empeño de muchas personas a lo largo de los años. Pueden citarse algunos de ellos, como Jorge Aragón, Gonzalo González, Ennio Rodríguez, Enrique Macaya, José Joaquín Trejos, Claudio Gutiérrez, Abelardo Bonilla, Emilio Padilla, Sherman Thomas, Guillermo Chaverri,

Orlando Bravo, entre muchos otros más, que trabajaron con cariño y dedicación para otorgar a las futuras generaciones de mejores condiciones para el aprendizaje de la química.

La fachada del edificio de química, tal y como se encuentra en la actualidad, se presenta en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Fotografía de la entrada principal de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

2. 2 Descripción de la planta física

Para la descripción de la planta física de la Escuela, se consultaron los planos existentes en la Oficina Ejecutora del Plan de Inversiones de la Universidad (OEPI) y mediante consulta y visita personal a la edificación se corroboró la distribución actual; construyéndose finalmente los croquis que se presentan.

El edificio en el que se encuentra ubicada la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, cuenta con tres niveles: la planta baja, el primer piso y el segundo piso.

En la planta baja se tienen varias oficinas, así como un laboratorio de Química Inorgánica, un laboratorio dedicado al Servicio a la Industria, otro que se ocupa de la Química Industrial y laboratorios para Investigación.

Es en este nivel en el que también se encuentra ubicado el cuarto de fibra óptica,

sitios para almacenar y reparar maquinaria y equipo, bodegas, la sala de cómputo y otras áreas misceláneas como el ascensor, los pasillos, servicios sanitarios y cuartos de instrumentación. La asociación de estudiantes ocupa aquí también su espacio. En la Figura 2.2 se muestra un croquis de la distribución de la planta baja del edificio.

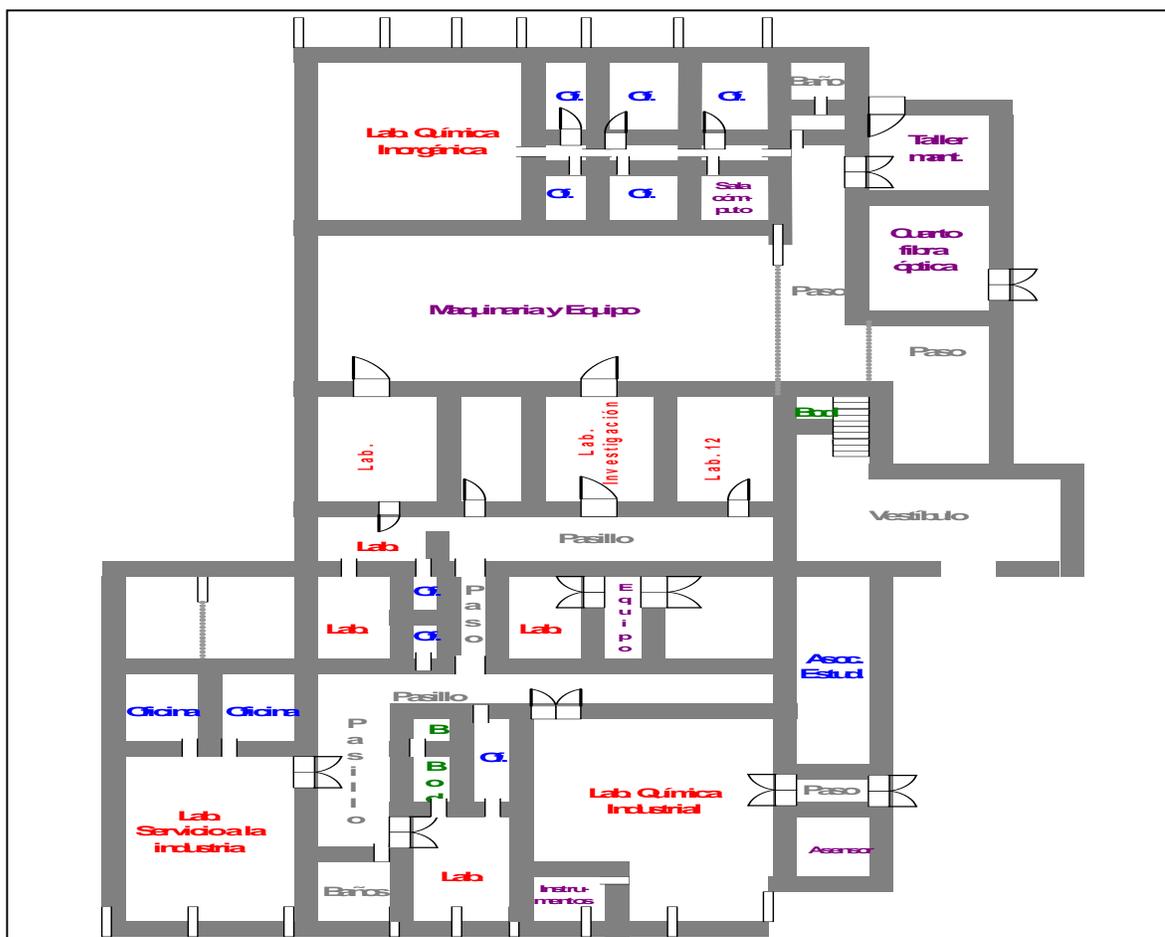


Figura 2.2 Croquis de la planta baja del edificio en que se ubica la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

En el primer piso del edificio, se ubican laboratorios de Química Analítica, Físicoquímica y Química General, a su vez se tiene espacio destinado a cuartos de instrumentos, bodegas, oficinas, servicios sanitarios, aulas, el auditorio y áreas misceláneas como zonas verdes, pasillos, vestíbulos entre otros.

Las salidas se ubican a ambos lados del edificio, la que se encuentra en la parte

de atrás lleva a la planta baja del edificio y la que se ubica al frente lleva al estacionamiento de la Escuela. A su vez, fuera del edificio se sitúa la Proveeduría de la Escuela quien se encarga de mantener el suministro de sustancias químicas para los laboratorios de la Escuela. En la Figura 2.3 se muestra la distribución de planta del piso primero.



Figura 2.3 Esquema de la distribución de la primera planta del edificio en que se ubica la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

En el segundo piso, se localizan más laboratorios, como el de Química Orgánica Avanzada, los de Química Orgánica General y el de Síntesis, aulas, la sala de profesores, bodegas, servicios sanitarios, pasillos y el vestíbulo. La Figura 2.4 muestra un diagrama del segundo piso del edificio.



Figura 2.4 Croquis de la distribución del segundo piso del edificio en el que se localiza la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

En total, la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, cuenta con 23 laboratorios, dos aulas pequeñas y dos grandes, dos auditorios, una sala para profesores, una sala para reuniones de la sección de Química Industrial, una sala para estudiantes, alrededor de siete bodegas para reactivos y cristalería de uso frecuente en las prácticas de los estudiantes, alrededor de 30 oficinas para profesores, una oficina para estudiantes, siete oficinas administrativas, un taller electromecánico, un edificio anexo en donde está ubicada la Proveduría, que incluye una bodega principal de cristalería, equipo y reactivos, y el laboratorio de apoyo a la docencia. Un cuarto de destilación de agua, congeladores, una oficina de la Asociación de Estudiantes de Química, una sala de

Cómputo, una sala de poligrafiado y fotocopiado y un taller de mantenimiento.

Los equipos más relevantes con que cuenta la Escuela, empleados en actividades de enseñanza e investigación, son los siguientes: balanza de susceptibilidad magnética, cromatógrafos de gases y líquido de alta resolución, espectrofotómetros Visible, UV, e IR, Absorción Atómica, espectrómetro de resonancia magnética nuclear de 400 MHz, polarógrafo, proyectores portátiles interfase de TV/video y proyector de video.

Las fuentes de financiamiento de la Escuela son: el presupuesto ordinario normado por la Ley de Administración Financiera que rige en el país y por las normas que emite cada año el Consejo Universitario; y los fondos manejados por medio de FUNDEVI procedentes de: asesoramientos, cursos de extensión docente, e ingresos de la Unidad de Servicio a la Industria.

La Proveeduría de la Escuela de Química la administra un Coordinador y un Asesor científico y contrata a varios estudiantes como asistentes. Entre los servicios que brinda están: solicitud, compra, recepción, almacenamiento y entrega de reactivos, cristalería, materiales de oficina, materiales de mantenimiento y los diferentes equipos para uso en docencia y en investigación.

El Taller de mantenimiento provee el apoyo en la resolución de problemas del edificio, el equipo pesado, el sistema eléctrico y otras labores afines.

El Polígrafo es la unidad que se encarga de imprimir y fotocopiar exámenes, prácticas de laboratorio y otras labores afines.

La red de información dispone de un servidor conectado a la red de la Universidad y es posible utilizar correo electrónico para recibo y envío de correspondencia, y aprovechar todos los servicios de Internet.

2. 3 Organización Administrativa

La información correspondiente a la organización administrativa de la Escuela, se obtuvo a partir de la página de internet de la Escuela y se revisó, a posteriori, en conjunto con el Director de la Escuela MSc. Carlos Herrera.

El Director es el funcionario que dirige y representa. La Asamblea de Escuela es el órgano superior de ésta y está integrada por el Director, quien preside, los profesores que forman parte del Régimen Académico es decir, que laboran jornadas no inferiores a un cuarto de tiempo, los profesores eméritos, y una representación estudiantil inferior al 25 por

ciento del total de profesores miembros de la Asamblea.

Existe un Consejo Asesor, formado por los Coordinadores de Sección y constituye un órgano de consulta del Director.

La Escuela de Química está organizada en seis secciones:

- Química Inorgánica
- Físico-Química
- Química Industrial
- Química Orgánica
- Química Analítica
- Enseñanza de la Química

Junto al Director colabora un Jefe Administrativo, quien en primera instancia se encarga de los asuntos de Secretaría, Proveduría, Mantenimiento, Conserjería, y Asistentes de Laboratorio. Funciona también un laboratorio de servicios analíticos L.A.S.A. que efectúa análisis de muestras como servicio al público en general.

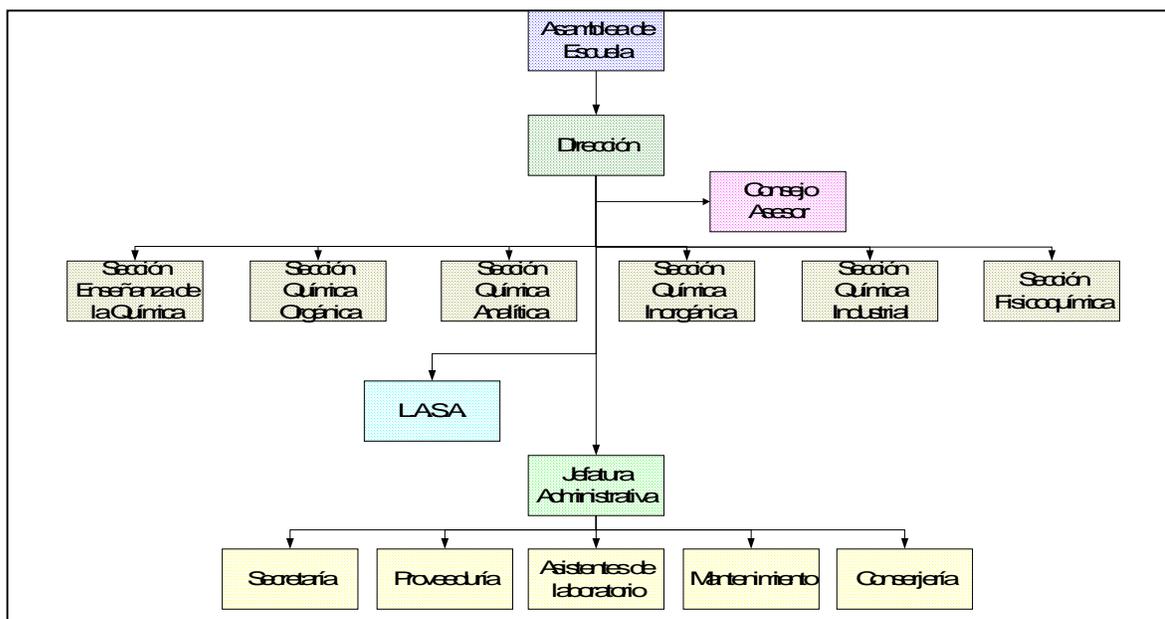


Figura 2.5 Organigrama de la distribución administrativa de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

Capítulo 3.

El problema de la contaminación y sus posibles soluciones

El presente capítulo, pretende ubicar al lector dentro del contexto teórico al cual se adscribe el proyecto. La información, se basa en la investigación bibliográfica y vía Internet, la cual se seleccionó y clasificó para conformar varios apartados. Los primeros, se avocan al conocimiento de la naturaleza de los desechos, para luego, explicar los rasgos característicos de la metodología teórica a seguir para la elaboración de programas y planes para la reducción de la contaminación, y finalizar destacando las técnicas de reducción de fuentes y aprovechamiento de los recursos.

Así, en la sección 3.1, se define el concepto de contaminación. En la 3.2, se describen algunas clasificaciones para los contaminantes. La 3.3 trata los tipos de normativas para la regulación de la contaminación. Para la 3.4 los temas centrales son las leyes, reglamentos y normativas pertenecientes a Costa Rica. La sección 3.5, por su parte se dedica a la jerarquía del manejo ambiental y las etapas que contempla. Las categorías de reducción de desechos se exponen en la sección 3.6. La 3.7 versa sobre el concepto de prevención de la contaminación y sus alcances. En la 3.8 se detalla la metodología a seguir según la Agencia de Protección del Ambiente para la elaboración de un plan de reducción de la contaminación. Los aspectos clave para asegurar el éxito del plan se destacan en la sección 3.9. En la 3.10 se presentan algunas herramientas útiles para el diagnóstico y la identificación de alternativas para la reducción de desechos. Y finalmente los dos últimos apartados, el 3.11 y el 3.12 muestran opciones de reducción de la contaminación específicas para las actividades de oficina y de laboratorio respectivamente.

3.1 La contaminación

La problemática en torno a la contaminación ha venido tomando relevancia durante las últimas décadas; pero, ¿qué se entiende por contaminación?

La contaminación se refiere a la “impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas”. [Encarta, 2001] La contaminación puede presentarse desde muchos puntos de vista, por ésta razón existen varias clasificaciones. [Overmire, 1992]

1. **Según la naturaleza misma del causante de la contaminación:** se puede dar la *contaminación acústica*, *contaminación térmica* y la *contaminación química y biológica*.
 - *Contaminación acústica:* hace referencia al ruido excesivo que puede molestar a los seres vivos; desde el punto de vista fisiológico a través de una pérdida de capacidad auditiva; o desde la perspectiva psicológica alterando el ánimo y produciendo una irritabilidad desmedida.
 - *Contaminación térmica:* se relaciona con la modificación de la temperatura usual de las fuentes de agua o de los ambientes en que se desarrollan los seres humanos puede causar en el primer caso la muerte de la vida acuática; y en el segundo problemas de salud a las personas.
 - *Contaminación química y biológica:* se ocupa de la proliferación de sustancias químicas y biológicas que afectan la inocuidad de los recursos naturales y que pueden causar enfermedades, mutaciones, otras deformidades en detrimento de la calidad de vida e incluso la muerte.

2. **Según el medio que se ve afectado:** la contaminación puede describirse, en términos generales como *contaminación atmosférica*, término que comprende a toda proliferación de sustancias de cualquier tipo, sean sólidas, líquidas o gaseosas que puedan poner en riesgo la salud del hombre, las plantas o los animales. Dentro de éste grupo se pueden mencionar la *contaminación del agua*, *del aire* y *del suelo*. En el Cuadro 3.1 se citan algunas de las fuentes más comunes de contaminación para éstos medios.

Cuadro 3.1 Fuentes de contaminación más comunes para el agua y el aire

Agua	Aire	Suelo
Microorganismos, desechos químicos, residuos industriales, aguas residuales	Emisiones gaseosas producto de la combustión, partículas en suspensión, reacciones químicas	Filtraciones de productos químicos, lixiviados

3.2 Tipos de contaminantes

Durante las actividades productivas y de regeneración de la fuerza de trabajo de los seres humanos, se generan muchos tipos de desechos.

3.2. 1 Desechos Ordinarios: [Overmire, 1992], [Encarta, 2001]

Son aquellos de tipo sólido gaseoso, líquido y pastoso que no requieren de un tratamiento especial antes de ser disponerlos en un relleno sanitario o reciclarlos.

En el caso del papel, la madera y otros desperdicios naturales como las cáscaras de frutas y otros de origen animal y vegetal, pueden ser tratarse por la acción de organismos que ya se encuentran en los ecosistemas, a través de la acción de hongos y bacterias y por lo tanto se dice que son biodegradables, produciendo un impacto menor en el ambiente.

La práctica más común para el manejo de este tipo de desechos llamados en la jerga popular basura es su disposición en rellenos sanitarios, que no son más que terrenos adecuados para la disposición de estas materias mientras la naturaleza misma se encarga de ellos, tomando previsiones para evitar la filtración de lixiviados hacia las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

Por el contrario, el vidrio, el aluminio y los plásticos, se clasifican también como desechos sólidos; sin embargo, no pueden ser degradados por la naturaleza, de manera que requieren de un tratamiento especial.

Como medida más acertada para el control de este tipo de elementos, se encuentran el reuso y el reciclaje. En algunos casos, se efectúa la incineración pero ésta conlleva la liberación de gases tóxicos que no evitan la contaminación y más bien la trasladan al aire.

3.2. 2 Desechos Especiales: [Overmire, 1992], [Encarta, 2001]

Son aquellos de tipo sólido, gaseoso, líquido y pastoso, contenidos en recipientes que, por su condición reactiva química, toxicidad, explosividad, corrosividad, radiactividad o por su cantidad o volumen, causan daños a la salud o al ambiente.

Esta designación, se refiere a las sustancias de origen químico que deben desecharse luego de una transformación durante procesos de producción o de investigación. El punto clave en este rubro, es descubrir el peligro potencial que representa una sustancia de esta naturaleza para la salud del hombre, las plantas o los animales.

La determinación de las sustancias que presentan mayor peligrosidad para la salud ambiental y del personal requiere del conocimiento respecto a los diversos aspectos que hacen de una sustancia, un peligro potencial. Existen varios sistemas al nivel mundial que permiten discriminar entre sustancias inofensivas y sustancias dañinas.

3.2.3 Sistemas de clasificación de las sustancias peligrosas

► **El sistema de clasificación de la Organización de Naciones Unidas:** esta clasificación consta de nueve categorías y es la más utilizada en términos de transporte de materiales en etiquetas, placas y conocimientos de embarque. Toma en cuenta las características físicas, químicas y la peligrosidad de cada sustancia. [Mata,1996] Las agrupaciones se muestran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Categorías que agrupan a las sustancias peligrosas según las naciones unidas [Mata,1996]

No. Categoría	Naturaleza
1	Explosiva
2	Gaseosa
3	Líquida inflamable
4	Sólida inflamable
5	Oxidante
6	Venenosa o infecciosa
7	Radioactiva
8	Corrosiva
9	Peligrosa variada

► **Clasificación según la EPA:** este sistema agrupa a las sustancias peligrosas en cuatro grupos: las sustancias inflamables, las tóxicas, las corrosivas y las reactivas.

El primer grupo, comprende a líquidos con un punto de inflamación menor a 60°C, un sólido que cause un incendio vigoroso o un gas oxidante o compresible. El segundo grupo a aquellas sustancias que contienen concentraciones altas de metales pesados. El tercer grupo incluye a las sustancias que son capaces de disolver metales o dañar la piel; en términos de pH, las sustancias corrosivas se distinguen por poseer valores de menos de 2 o más de 12,5. El cuarto grupo, concentra a las sustancias que son inestables, que sufren cambios violentos sin detonar, reaccionan violentamente con el agua, generan gases tóxicos o forman mezclas explosivas con el aire. [Furr, 1991] En el Cuadro 3.3 se resumen estas categorías.

Cuadro 3.3 Clasificación de las sustancias según la EPA [Furr, 1991]

No. Categoría	Naturaleza
1	Inflamable
2	Tóxica
3	Corrosiva
4	Reactiva

➤ **El sistema de clasificación OSHA:** este es el sistema de la Administración de Seguridad, Salud y Trabajo de los Estados Unidos (OSHA, por sus siglas en inglés). Ésta clasificación, agrupa a las sustancias en dos grupos generales: las que representan peligro físico y las que ponen en riesgo la salud. En el Cuadro 3.4 se muestra el desglose de los materiales que encierra cada grupo.

Cuadro 3.4 Clasificación de las sustancias según la OSHA [Mata, 1996]

Grupo 1 : Peligro físico	Grupo 2: Peligro a la salud
➤ Líquidos combustibles	➤ Cancerígenos
➤ Gases comprimidos	➤ Corrosivos
➤ Explosivos	➤ Altamente tóxicos
➤ Peróxidos orgánicos	➤ Irritantes
➤ Sustancias pirofóricas	➤ Tóxicos
➤ Sustancias reactivas	➤ Hepatotoxinas
➤ Sustancias hidrofóricas	➤ Nefrotóxicas
➤ Aerosoles	➤ Neurotoxinas
➤ Gases inflamables	➤ Toxinas de la sangre
➤ Líquidos inflamables	➤ Toxinas pulmonares
➤ Sólidos inflamables	➤ Toxinas reproductivas
➤ Oxidantes	➤ Sustancias dañinas a la piel
	• Sustancias dañinas al ojo

➤ **Clasificación según la Comunidad Europea:** éste sistema es el que se usa en Europa, sin embargo se basa en criterios similares a los que determinan la clasificación según las Naciones Unidas. Consta de ocho clases de las que algunas se subdividen como se muestra en el Cuadro 3.5.

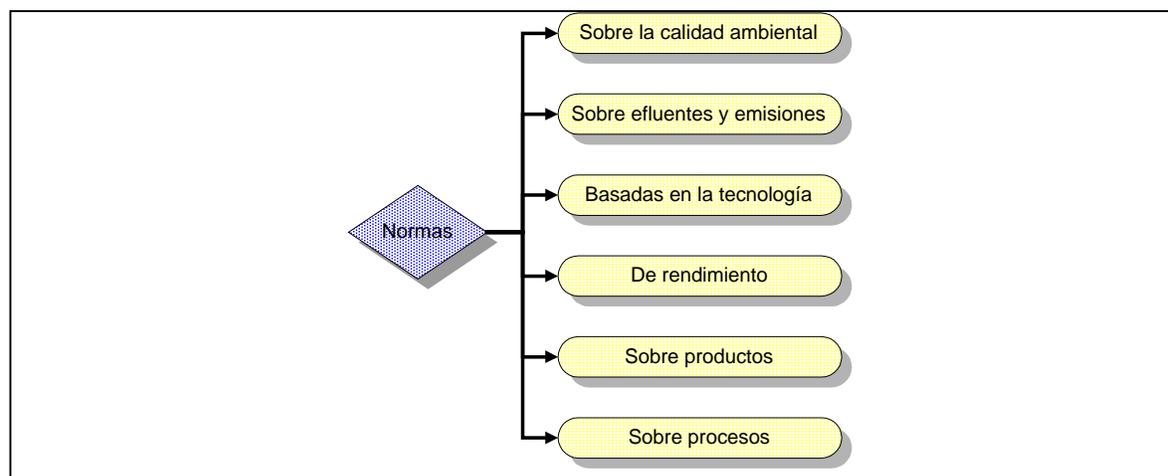
Cuadro 3.5 Clasificación de las sustancias según la Comunidad Europea [Mata, 1996]

Clase	Subclases
1	a. Materias y objetos explosivos b. Objetos cargados con materiales explosivos c. Inflamadores, piezas de artificio y mercancías similares
2	Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión
3	Materias líquidas inflamables
4	a. Materias sólidas inflamables b. Materias que al contacto con agua desprenden gases inflamables
5	a. Materias comburentes b. Peróxidos orgánicos
6	a. Materia tóxica b. Materia repugnante o que puede producir infección
7	Materia radioactiva
8	Materia corrosiva

La industrialización y urbanización rápidas en muchos países ha traído consigo problemas severos de contaminación y en respuesta a esto se han creado documentos por parte de organismos internacionales en conjunto con los gobiernos, buscando establecer normas, guías y regulaciones para evitar, o al menos reducir, la magnitud del daño para el ambiente.

3.3 Tipos de normativas para la regulación de la contaminación

Las normas son el medio predominante para la regulación directa de la calidad ambiental. Definen metas y establecen los límites permisibles de concentración de sustancias particulares o descargas al ambiente. Según Bernstein (1992), existen distintos tipos de normas como se muestra en la Figura 3.1.

**Figura 3.1** Tipos de normas relacionadas con el ambiente [Bernstein, 1992]

- **Norma sobre la calidad ambiental:** establece los límites superiores de concentración designados para contaminantes específicos en el aire, el ambiente o el agua.

- **Norma sobre efluentes o emisiones:** dicta el máximo legal para la cantidad o concentración totales de un contaminante que se descarga desde una fuente de contaminación. Suele incluir los límites máximos y el periodo temporal especificado en conjunto con los requisitos de seguimiento.

- **Normas basadas en la tecnología:** se refiere normas de efluente que especifican explícitamente la tecnología que debe utilizarse para cumplir con las leyes y regulaciones ambientales.

- **Normas de rendimiento:** éstas definen una medida para el monitoreo ya sea un volumen determinado o un porcentaje de disminución deseado. Permiten al interesado elegir las tecnologías a utilizar para cumplir con el parámetro que impone la ley.

- **Normas sobre productos:** dictan el límite superior legal de un contaminante en unidades de cantidad o concentración por unidad de producto fabricado.

- **Normas sobre procesos:** limita la emisión de contaminantes asociados con procesos industriales específicos.

3.4 Leyes, reglamentos y normativas en Costa Rica:

En Costa Rica, toda la legislación existente con respecto al manejo, almacenamiento, uso, producción y tratamiento de los desechos encuentra su génesis en el artículo 50 de la Constitución Política de la Nación, el cual reza:

“ El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del

daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes.” [Constitución Política, 2000]

A partir de esta premisa, se han creado varias leyes, reglamentos y normas entorno al funcionamiento de instancias que deban manejar productos químicos, biológicos o de otra naturaleza que puedan dañar el ambiente.

Según el decreto ejecutivo No. 30465 del Ministerio de Salud sobre el otorgamiento de permisos de funcionamiento, se clasifica a las actividades en tres grupos de acuerdo al riesgo que representen desde el punto de vista ambiental y sanitario. Para la obtención del permiso de funcionamiento, se hace necesaria la existencia de cinco documentos:

- Plan de manejo de los desechos sólidos
- Plan de manejo de los desechos líquidos
- Plan de manejo de las emisiones al aire
- Plan de Salud Ocupacional
- Plan de Atención de emergencias

Presentado esto junto con el formulario de solicitud de permiso para el funcionamiento, el personal del Ministerio de Salud efectúa una inspección en la planta si el riesgo de la actividad lo amerita y revisa si los planes cumplen con los requisitos legales. El permiso de funcionamiento se expende por períodos desde un año hasta tiempo indefinido de acuerdo con la actividad que se lleve a cabo.

Entre las leyes que competen al ámbito ambiental, puede citarse el Reglamento del manejo de Basuras, la Ley de Vertidos, la Ley para la creación de rellenos sanitarios.

3.5 Jerarquía del manejo ambiental

Existen cuatro pilares fundamentales en los que se apoya el manejo ambiental, si se toma en cuenta el nivel de importancia que se le da a cada uno de ellos, se puede conformar la jerarquía del manejo ambiental que se presenta en la Figura 3.2.

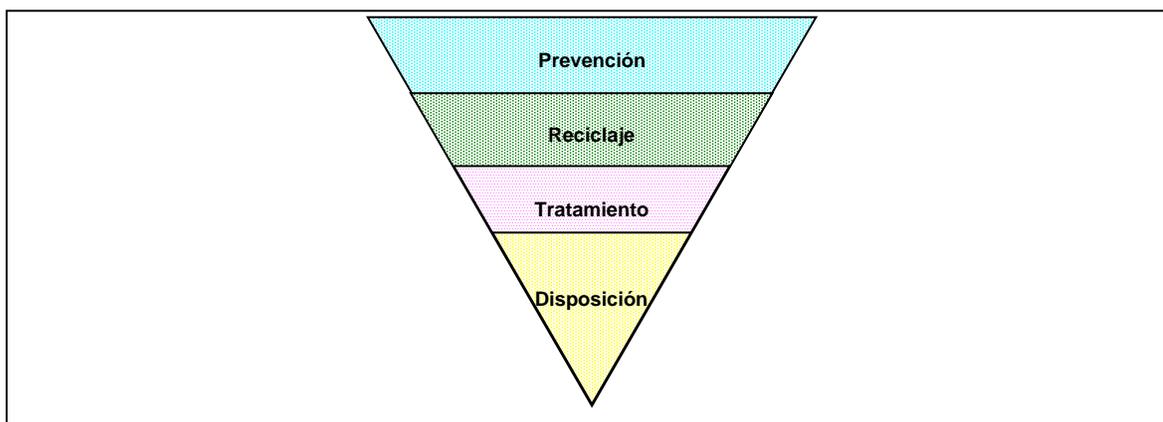


Figura 3.2 Jerarquía del manejo ambiental [Bishop, 2000]

Los conceptos de la Figura 3.2 pueden explicarse de la siguiente manera según Bishop (2000), la EPA (1995) y Freeman (1990):

- **Prevención:** se trata de la mejor estrategia, pues se basa en evitar que se generen las corrientes de desecho. Entre las medidas a tomar bajo esta premisa, se encuentran las modificaciones a los procesos, la sustitución de materiales peligrosos por otros que causen menor daño, cambios en las prácticas de manejo y limpieza e incrementos en la eficiencia de los equipos.
- **Reciclaje:** el punto clave para éste, es extender la vida útil de los recursos, de forma que se reutilicen, o reprocesen. Incluye la recuperación de materiales provenientes del desecho, y la remoción de contaminantes en un material para que éste pueda reutilizarse.
- **Tratamiento:** se enfoca en buscar maneras de reducir el volumen y la toxicidad de las corrientes de desecho que no pueden eliminarse, a través de procesos y transformaciones. En éste rubro encajan las prácticas que cambien la naturaleza física, química o biológica de los desechos peligrosos con el fin de neutralizarlos, recuperar energía o convertirlos en un desecho de carácter menos perjudicial.
- **Disposición:** es la técnica menos efectiva, se basa en la deposición de los desechos en lugares adecuados, con lo que no se evita el impacto ambiental negativo pero se reduce su magnitud.

Existen otras corrientes de pensamiento que agrupan dentro del criterio de prevención las prácticas encaminadas a la evitación, el reciclaje o aprovechamiento y el tratamiento; dejando como categoría alternativa la disposición.

3.6 Categorías de reducción de desechos

Existen muchas técnicas para la reducción de los desechos, la mayoría de éstas no requieren de avances tecnológicos significativos ni de gastos elevados.

Las técnicas de reducción de desechos pueden clasificarse en cuatro categorías según Freeman (1990). Éstas se muestran esquemáticamente en la Figura 3.3.

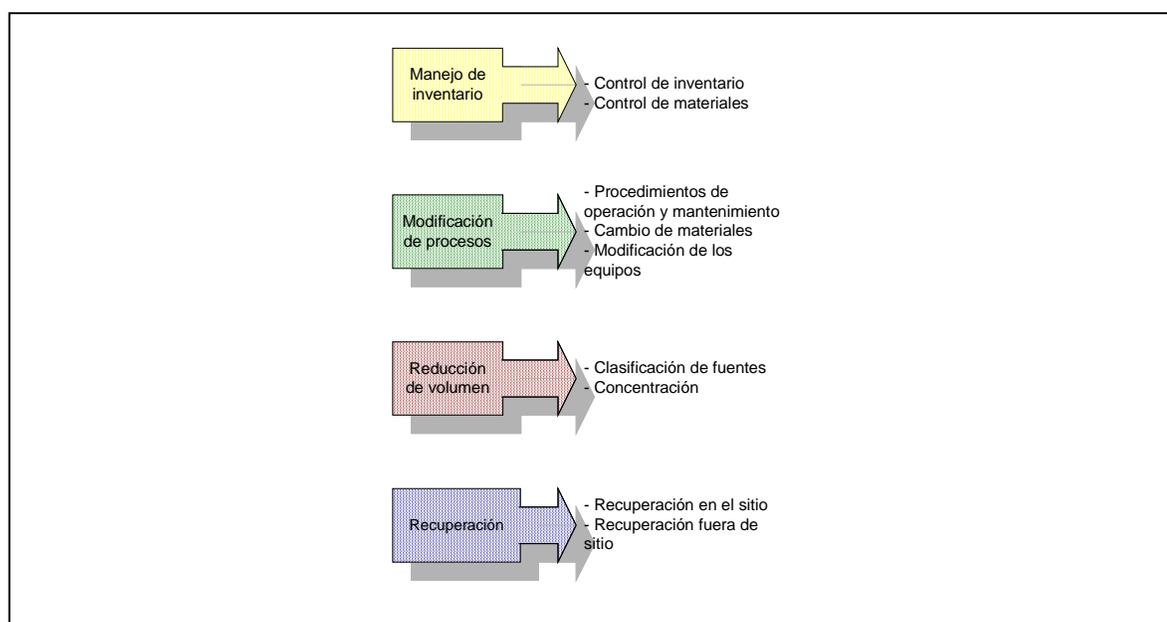


Figura 3.3 Técnicas para la reducción de desechos [Freeman, 1990]

➤ **Manejo de inventarios:** incluye el control de inventarios y de materiales.

El primero se refiere a la determinación y registro del tipo y la cantidad de material peligroso con que se cuenta, como parte del inventario. Así mismo, se ocupa del manejo que se le da a las materias primas, los productos terminados y las corrientes de desecho dentro del recinto de trabajo.

Esta categoría de reducción de los desechos, encuentra en la política de "justo a

tiempo” una herramienta invaluable pues permite minimizar la cantidad de materias peligrosas en el inventario y evita las tareas minuciosas que conlleva el almacenamiento de las sustancias de esa naturaleza.

El control de materiales, se refiere por su parte, a las medidas que deben adoptarse para evitar que se den pérdidas de materia prima en las etapas de proceso. Se enfoca en la revisión de las prácticas de carga y transporte de materiales, procedimientos y cuidados requeridos para el almacenamiento, así como, de los controles para evitar fugas o derrames durante el proceso.

Los beneficios asociados con el manejo de inventarios, están estrechamente relacionados con la eliminación o reducción del desperdicio y de los gastos vinculados con la compra excesiva de materiales, la existencia de materias primas vencidas o que ya no se utilizan y las pérdidas generadas por el manejo y el traslado ineficiente.

➤ **Modificaciones en los procesos:** abarca los procedimientos de mantenimiento, operación, sustitución de materias peligrosas, modificaciones en los materiales, equipos y secuencia de operaciones.

En resumen, esta categoría busca el mejoramiento de la eficiencia de los procesos a través del mantenimiento preventivo y correctivo, la planificación, la revisión de las operaciones.

Para la puesta en práctica requiere de personal estrechamente familiarizado con el funcionamiento de los equipos y las repercusiones que los cambios en las condiciones de operación puedan tener sobre el producto.

Las herramientas más beneficiosas, resultan ser programas de mantenimiento preventivo y la investigación continua para efectuar mejoras al proceso, que permitan aprovechar al máximo los atributos de los equipos con que se cuenta en conjunto con la determinación de materiales alternos que impliquen menor gasto en su tratamiento y que mejoren las características de los productos.

➤ **Reducción de cantidad:** se refiere a la segregación de fuentes y disminución de la concentración de los efluentes de desecho.

Mediante la segregación de corrientes desde la fuente, es posible manejar desechos peligrosos aparte de los que no lo son, reduciendo la cantidad de desechos a tratar y por lo tanto los costos de tratamiento y disposición.

La concentración utiliza en esencia el mismo principio pues presume que mediante

la eliminación de disolventes es posible disminuir la cantidad de desecho a tratar. Esto implica por lo general la necesidad de una etapa previa al tratamiento, mediante métodos como la filtración al vacío, la evaporación, la ósmosis inversa, el secado y la compactación.

➤ **Recuperación:** se encuentra relacionado con la recuperación de los recursos ya sea en el mismo sitio en que se generan o mediante tratamientos posteriores.

Esta técnica puede ayudar a eliminar costos por concepto de tratamiento, compra de materias primas y posiblemente proporcione recursos al permitir comercializar parte del desecho una vez rescatado.

La recuperación, puede efectuarse simultáneamente con cualquier otra técnica de reducción de desechos.

En algunas ocasiones, es posible recuperar parte de las materias primas que se encuentran en las corrientes de desecho y reprocesarlas en el sitio, otras veces se requiere de un proceso adicional que puede ser implantarse en la misma planta o contratarse a otra empresa. Una posibilidad adicional es la venta del desecho a otras entidades que puedan utilizarlo.

3.7 El concepto de prevención de la contaminación y sus alcances

El término prevención de la contaminación, no se encuentra totalmente aceptado al nivel mundial, pero el concepto que este encierra toma auge día a día. Algunos vocablos utilizados para describir el proceso incluyen el de minimización, reducción, y gestión responsable de los recursos y las corrientes de desecho.

“La prevención de la contaminación consiste en utilizar materiales, procesos y métodos que reduzcan o eliminen la producción de contaminantes o desechos desde el punto mismo donde se generen. Esto significa recurrir a métodos que usen menos materiales peligrosos, menos materiales inocuos, menos energía, menos agua y menos recursos en general, así como métodos que protejan los recursos naturales a través del uso eficiente de los mismos”. [EPA, 1995]

Existen ciertas definiciones sobre las que recae el alcance de un plan de reducción y prevención de la generación de desechos.

La agencia de protección del ambiente EPA (1995) define la prevención de la

contaminación como cualquier práctica que:

- Reduzca la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que entran a una corriente ya sea de desecho o que vaya a liberarse al ambiente luego de considerar el reciclaje, el tratamiento y las normas especiales para su disposición.
- Disminuya los riegos para la salud pública y el ambiente asociados a la proliferación de sustancias de naturaleza tóxica.
- Cause una disminución o elimine la creación de contaminantes a través de un incremento en la eficiencia para la utilización de las materias primas o proteja los recursos naturales por medio de la conservación.

3.8 Metodología para la elaboración de un plan de reducción de la contaminación

La creación de un plan de reducción y prevención de la contaminación es un proceso ordenado que debe seguir una metodología en particular. De acuerdo a las pautas de la EPA (1995) se divide en tres fases: la primera de preasesoramiento, la segunda de determinación de cantidades y la tercera de síntesis.

La fase de preasesoramiento, comprende el establecimiento de un panorama general de la situación en que se encuentra el sitio, que sirva de base para el estudio posterior. El objetivo de esta fase radica en la revisión y la evaluación de los datos existentes, el establecimiento de prioridades y procedimientos para la asesoría exhaustiva.

Existen dos factores de importancia máxima que deben considerarse [Bishop, 2000].

El primero es el dirigir el diagnóstico hacia múltiples perspectivas, es decir, considerar todas las fuentes posibles de desecho.

El segundo, es recordar que el fin primordial del estudio es la prevención y no el gasto excesivo de recursos en la recopilación de información. Con la información aquí recopilada es posible obtener el estado cero, a partir del cual se evaluarán las posibilidades de disminución de la contaminación.

La segunda fase busca la determinación de las cantidades de desechos que se generan, las fuentes y las vías de salida. Se suele dividir el sitio en estudio en porciones más pequeñas con el fin de simplificar el análisis y garantizar el máximo provecho de las oportunidades de reducción de desechos que puedan identificarse. De igual forma, se suelen agrupar las corrientes generadas según su estado físico, líquido o en disolución,

gaseoso y desechos sólidos.

La fase final de síntesis, comprende el análisis de la información recopilada a fin de identificar la mayor cantidad de alternativas para reducir las fuentes generadoras de desechos. Este paso, requiere caracterizar los problemas encontrados según la naturaleza de los contaminantes. Así mismo requiere de la evaluación de opciones de tratamiento y disposición final de los desechos, y del estudio de factibilidad ambiental y económica de las opciones planteadas. Esta etapa metodológica, culmina con la redacción de un plan de acción que garantice mayor eficiencia en la utilización de los recursos y una generación menor de desechos, listo para su implantación posterior. En la Figura 3.4 se muestra en resumen la metodología para la prevención de la contaminación expuesta en los párrafos anteriores.

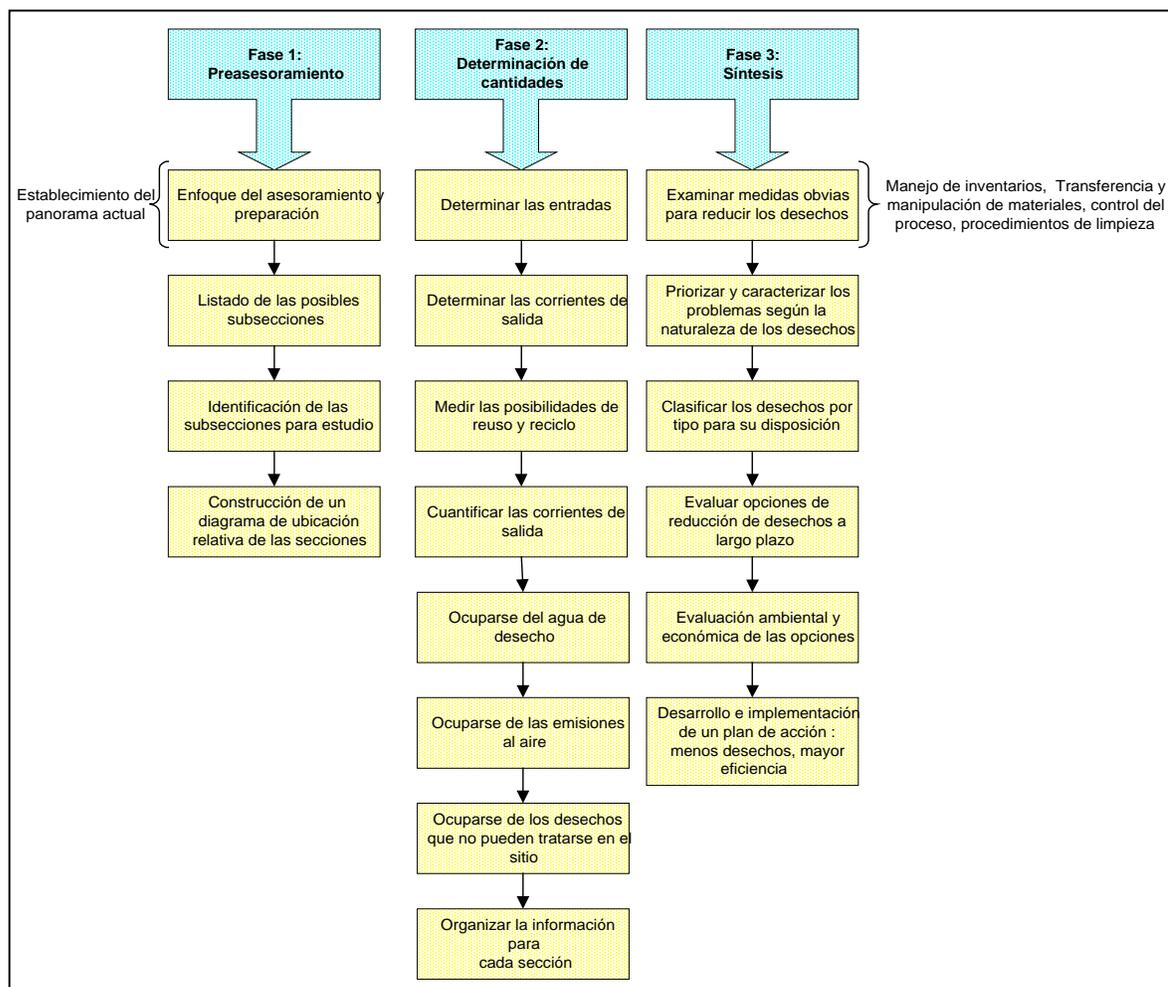


Figura 3.4 Metodología para la prevención de la contaminación

3.9 Elementos clave para el éxito del plan

El plan para la reducción y gestión de los desechos es tan sólo un eslabón en el ciclo continuo de prevención de la contaminación. Este requiere de varios aspectos extra.

El más relevante es el apoyo de la dirección y su compromiso para asignar recursos económicos, humanos, de concienciación y capacitación no sólo para los encargados de la elaboración del plan sino para toda persona que se vea comprendida en las actividades que se realizan, así como para la puesta en marcha del mismo, en una etapa posterior.

Una vez elaborado e instaurado el plan, la misión de la dirección continúa de manera que se pueda evaluar la efectividad, los logros y los desaciertos del proceso. Mediante este análisis deberá además, contribuir al mantenimiento y enriquecimiento del proceso con miras a que el ciclo de mejoramiento continuo lleve las inquietudes nuevas y dirija el norte del plan hacia las prioridades nuevas. [Freeman, 1998].

Existen entonces una serie de tareas que debe llevar a cabo la dirección, con el fin de comunicar su compromiso. Según Freeman (1990), son:

- Hacer de la reducción de los desechos una política establecida.
- Establecer las metas para la reducción del volumen o la toxicidad de las corrientes de desechos.
- Comprometerse con la implantación de las recomendaciones identificadas durante las asesorías, las evaluaciones u otros medios.
- Designar coordinadores para la reducción de desechos en las instalaciones para asegurar la implantación efectiva del programa.
- Publicar los logros alcanzados.
- Recompensar a los empleados que sugieran oportunidades efectivas de reducción de costos bajo el rubro de la reducción de la contaminación.
- Entrenar a los empleados en aspectos de reducción de desechos relacionados con su trabajo cotidiano.

La Figura 3.5 ilustra el ciclo continuo para la prevención y la reducción de la contaminación.

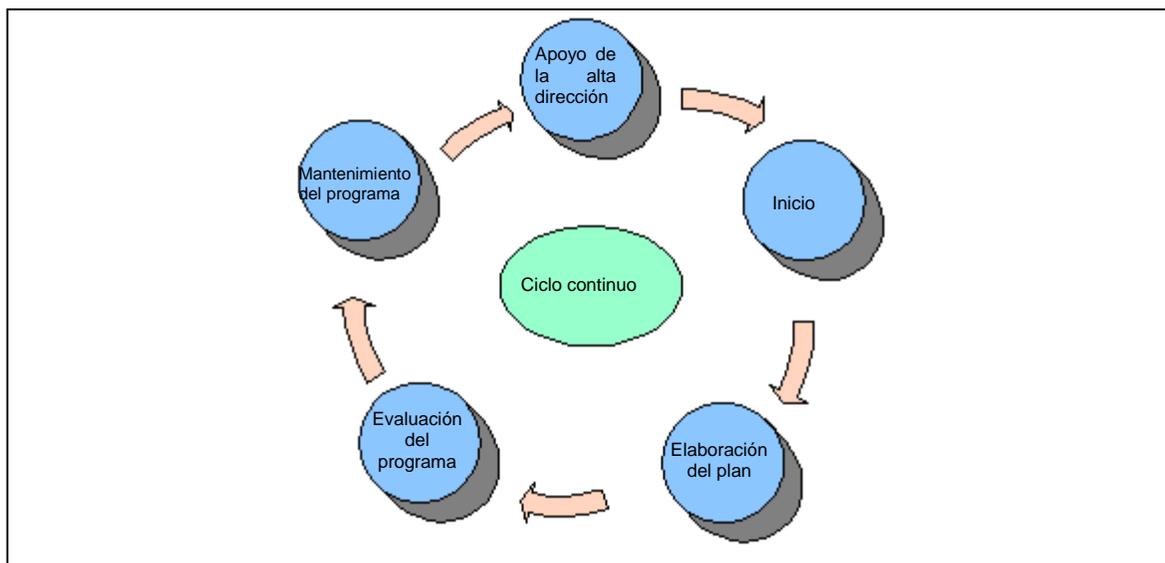


Figura 3.5 Ciclo continuo de prevención de la contaminación [Freeman, 1998]

3.10 Herramientas para el diagnóstico y la identificación de alternativas para la reducción de desechos

3.10.1. *Herramientas para el diagnóstico*

Las principales herramientas para el diagnóstico y la recolección de datos para determinar el estado cero, es decir el estado inicial en que se encuentra el sitio al que se le diseñó el plan de reducción de los desechos, son por excelencia los cuestionarios, las listas de verificación y las hojas de registro.

Los cuestionarios, se refieren a series de preguntas que buscan identificar a las personas que tienen a su cargo la manipulación de las corrientes de desecho y la distribución de las responsabilidades dentro del sitio en estudio. Pueden utilizarse en conjunto con las listas de verificación para determinar las prácticas que se tienen instauradas para la gestión de los desechos.

Las listas de verificación, son listados de puntos relevantes entorno al manejo correcto de los desechos que se responden ya sea de manera afirmativa o negativa y que permiten descubrir los puntos críticos que se alejan de las prácticas que tienden a evitar o reducir la fuente y el impacto asociados con los desechos producidos.

Las hojas de registro, por su parte, permiten contabilizar las cantidades de desechos que se generan de acuerdo a su naturaleza y permiten supervisar la

continuidad que se le da al proceso de medición, pues recolectan datos de fecha y horario de la recolección de desechos, así como el nombre de la persona que tiene a su cargo dicha labor.

El uso de éstas herramientas no está sólo reservado para el diagnóstico inicial sino que pueden servir como elementos para la evaluación posterior del plan, permitiendo la determinación de los logros y la prioridades nuevas dentro del ciclo de mejoramiento continuo.

3.10.2. Herramientas para la identificación de alternativas de reducción de la contaminación

Una de las herramientas más valiosas para la identificación de las opciones de reducción de la contaminación es la técnica de la *lluvia de ideas*. [EPA, 1990]

El éxito de ésta estará determinado por el conocimiento que tengan los encargados de las posibilidades económicas, la disponibilidad y las repercusiones de las medidas adoptadas en las tareas normales del lugar para el cual se está creando el plan de reducción de la contaminación.

Consiste en la escritura de todas las ideas que vengan a la mente de los integrantes del grupo con el fin de que estas sean analizadas posteriormente en términos de factibilidad espacial, situacional y económica.

Otra herramienta de indagación de posibilidades de reducción de fuentes de contaminación es el uso de la técnica de ¿Y qué pasa si...?

Éste método, es similar al de lluvia de ideas pero, conlleva a la formulación de todas las preguntas que puedan imaginarse que inicien con ¿y qué pasa si...? con el fin de identificar ideas de manejo de los desechos y permitiendo evaluar las posibles consecuencias que tendrían dichas medidas con el fin de ir descartando las que puedan causar repercusiones no deseables en los procesos. Al igual que en el caso de la lluvia de ideas, se requiere que las personas que efectúen el análisis tengan pleno conocimiento de la situación y las posibilidades del recinto en estudio pues de lo contrario podría resultar en análisis incompletos. [Rivera, 2003]

El uso de palabras guía para la identificación de alternativas de reducción de desechos, también puede ser beneficioso. [Doerr, 1996] En el cuadro 3.6 se muestran ejemplos de palabras clave para utilizar.

Cuadro 3.6 Palabras clave para identificar medidas de reducción de la contaminación [Doer, 1996]

Actividad	Acción sugerida	Palabras clave
Desecho	Tratar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reciclar ➤ Reutilizar ➤ Cambiar ➤ Aislar ➤ Contener ➤ Segregar ➤ Recuperar ➤ Separar
Procesos y Procedimientos	Cambiar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratar químicamente ➤ Sustituir ➤ Modificar las condiciones
Frecuencia	Modificar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiar ➤ Liberar ➤ Cambiar el orden de los pasos

El uso en conjunto de todas las técnicas expuestas anteriormente, puede dar resultados más completos y presenta una forma sistemática para el análisis de la situación que puede utilizarse como medio de seguimiento durante los periodos de revisión de prioridades y mejoramiento continuo del plan.

3.11 Oportunidades de reducción de la contaminación en las actividades de oficina

Comúnmente, se suele menospreciar a las oficinas entorno a la cantidad de medidas potenciales de reducción de la contaminación se refiere. Sin embargo, existen posibilidades que se traducen en beneficios económicos para el sitio en estudio. [Freeman,1998]

El papel es el desecho por excelencia de las oficinas, es producto de la impresión de documentos, circulares, comunicados, entre otros. El uso eficiente del papel y la adopción de prácticas tecnológicas para la comunicación puede evitar el gasto no sólo en la compra del papel como insumo, sino en los gastos para su posterior manejo. En una oficina, la mayor parte de los desechos no poseen naturaleza peligrosa.

En el Cuadro 3.7 se muestran los desechos comunes generados por este tipo de actividades.

Cuadro 3.7 Desechos comunes generados en las actividades de oficina [Freeman, 1998]

Actividad	Desecho
<i>General</i>	Papel, cartón, cartucho de tinta para impresión, cartuchos de toner para las fotocopiadoras, bolígrafos, lápices
<i>Correspondencia</i>	Correo chatarra, sobres, desechos de empaques
<i>Consumo personal de los empleados</i>	Diarios, alimentos, latas de aluminio, recipientes de vidrio, plástico, papel y poliestireno, bolsas de papel, empaques de comida rápida
<i>Mantenimiento</i>	Productos químicos para la limpieza, recipientes vacíos, lienzos o toallas de papel, bombillos eléctricos
<i>Varios</i>	Equipo excedente o descompuesto, carpetas para archivo, bolígrafos, lápices, clips, grapas, tachuelas
<i>Desechos peligrosos</i>	Baterías, líquidos correctores que utilizan solventes, balastras de mercurio de lámparas fluorescentes

Las opciones de reducción de la contaminación para los desechos de oficina no implican una gran inversión de capital ni programas de capacitación complejos para el personal.

La revisión de los métodos de adquisición de materiales es un buen punto a tratar pues es aquí donde se origina el proceso de contaminación. La escogencia de materiales menos tóxicos o de la disminución de la cantidad de materiales tóxicos que se utilizan son medidas efectivas y sencillas de implantar. Otra medida, puede ser la solicitud a los proveedores para que eliminen el material de empaque innecesario que acompaña a los insumos.

La adquisición también puede utilizarse como medio para el control de inventarios, pues la modificación de las prácticas de adquisición, pueden evitar los desechos resultantes de la compra excesiva o de productos caducos. A través de la capacitación del personal, es posible crear conciencia sobre la importancia de utilizar por completo los insumos, la elección de bienes duraderos eliminando el uso de artículos desechables o de uso único.

Una vez generado el desecho, es necesario analizar las posibilidades de reciclaje

que presenta el papel, el cartón, el aluminio, el vidrio, entre otros y las proporciones en que se generan. Con esta información, será posible entonces instaurar un proceso de clasificación, recolección y reciclaje ya sea en el mismo sitio o fuera de él. Para el éxito del programa de reciclaje, se necesita la capacitación del personal y la designación de encargados para cada tarea.

3.12 Oportunidades para la prevención de la contaminación en las operaciones de laboratorio

Un laboratorio se define según la OSHA como un lugar de trabajo en el que se emplean cantidades relativamente pequeñas de productos químicos peligrosos, cuya base no es la producción.

El objetivo principal de un laboratorio, al realizar un estudio encaminado a la disminución de la contaminación, debe ser la reducción de los desechos generados, pues si bien es cierto las cantidades de productos químicos empleados son pequeñas en comparación con los procesos industriales, el costo real de un producto químico es su precio de compra más su costo de disposición.

Las principales razones por las que se desechan los productos químicos en un laboratorio son:[Freeman, 1998]

- Caducidad de reactivos
- Contaminación durante el manejo
- Excedentes debido a la compra excesiva

Respecto a los procedimientos de compra y administración del inventario, se encuentran ciertos aspectos interesantes. De estudios anteriores [Freeman, 1998], se tiene que los estudiantes tienden a utilizar de tres a cinco veces más la cantidad necesaria de productos químicos para sus experimentos cuando tienen a su disposición los frascos completos. Además se encuentra el problema de que al tener sitios de almacenamiento descentralizados se pueden producir excesos y faltantes de un mismo reactivo en instalaciones distintas.

Otra medida para la reducción de desechos factible al nivel de laboratorio es la reducción de escala, es decir reduciendo la cantidad de materiales para la observación

de un mismo fenómeno, siempre y cuando éste sea apreciable. Con esta técnica es preciso evaluar los efectos económicos a largo plazo pues muchas veces resulta más barato comprar cantidades mayores de reactivos, sin embargo, el costo de disposición de estos junto con el espacio y los cuidados que deben observarse durante el almacenamiento pueden representar a fin de cuentas un costo superior.

La sustitución de productos químicos tóxicos, por otros de menor toxicidad que puedan cumplir la misma función suele ser una opción beneficiosa para un laboratorio. Así mismo el cambio de tecnologías o procedimientos puede reducir la magnitud de los desechos que se generan. Con el avance de la tecnología se amplían los horizontes para la utilización de sistemas que a través de la simulación permitan el estudio de ciertos temas con el consecuente ahorro en reactivos y manejo de desechos.

Capítulo 4

Proceso de diagnóstico: Definición del estado cero

El proceso de diagnóstico para dilucidar el panorama inicial en torno a los esfuerzos de reducción de la contaminación en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, se llevó a cabo desde diversas perspectivas. Se trataron, así, los siguientes temas:

1. El uso de reactivos químicos en cada sección de la Escuela
2. Las prácticas de manejo de los desechos peligrosos
3. Las prácticas para el manejo de desechos sólidos ordinarios
4. Las prácticas para el manejo de desechos líquidos generados
5. Las prácticas de manejos de los desechos gaseosos emanados

El presente capítulo destina una sección para describir los medios aplicados y los hallazgos del proceso de diagnóstico en cada tema, y finalmente una última sección para describir el panorama general de la problemática detectada, a partir de éste, en la Escuela de Química.

4. 1 Sobre el uso de reactivos químicos

Con el fin de determinar el peligro potencial resultante del uso de reactivos químicos en cada sección de la Escuela, se efectuó un análisis del tipo ABC. Ésta herramienta gráfica para el análisis estadístico, se ha utilizado tradicionalmente en las industrias con el fin de determinar el tamaño óptimo del inventario que asegura el abastecimiento de producto terminado a los clientes, (durante el periodo de recibo de materias primas y distribución del producto terminado) al menor costo posible. De esta forma, las variables de aplicación más común son las de existencias consumidas frente a costo de almacenamiento.

El procedimiento para aplicar la herramienta consiste en determinar para cada ítem un valor de costo y otro de existencias. Se crea luego una variable combinada al multiplicar los valores de ambos rubros. Para construir el gráfico, la información se ordena de manera descendente según la variable ponderada creada y se acumulan los montos.

Finalmente se traza una curva con los pares ordenados: ítem en el eje de las abscisas, frente a la variable ponderada acumulada en el eje de las ordenadas. Así, se pretende determinar, cuáles de los ítems son quienes representan la mayor parte del costo y por lo tanto requieren de mayor atención para evitar un gasto innecesario; según la teoría estos serán los menos.

Para el caso en estudio, se dio un giro innovador al análisis, pues, se evaluó de manera conjunta el impacto en cantidad y peligrosidad de cada sustancia química mediante variables acumuladas. Así, se construyó, para cada sección, un gráfico que relaciona la cantidad acumulada de los reactivos utilizados con el valor acumulado para una variable ponderada: cantidad - peligrosidad. De ésta manera, se hace énfasis en el uso responsable de las sustancias químicas en las diferentes secciones de la Escuela, más allá e las consideraciones económicas.

La unidad utilizada para la medida de la cantidad fue la correspondiente a la masa en el sistema internacional: kilogramos. Sobre la base de los pedidos efectuados por cada sección a la proveeduría durante el año 2003, se aproximó la cantidad total anual para cada reactivo.

Por su parte, la peligrosidad se cuantificó haciendo uso de la clasificación de la NFPA publicada en las hojas de seguridad para cada reactivo y sumando los valores respectivos para los rubros de salud, reactividad e inflamabilidad, obteniéndose un valor global que encierra los principales riesgos en el manejo de los reactivos.

En la figura 4.1 se presentan los diagramas confeccionados para las secciones de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica. El detalle de la información recopilada y calculada para estos gráficos, se presenta en el apéndice B.

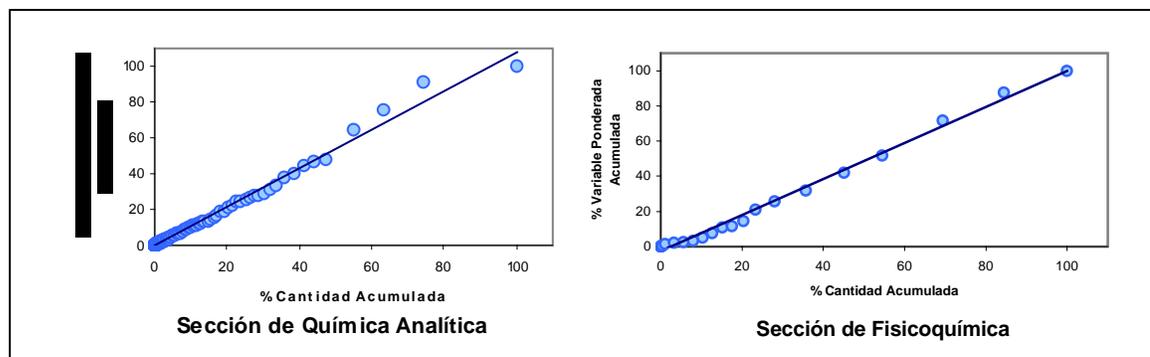
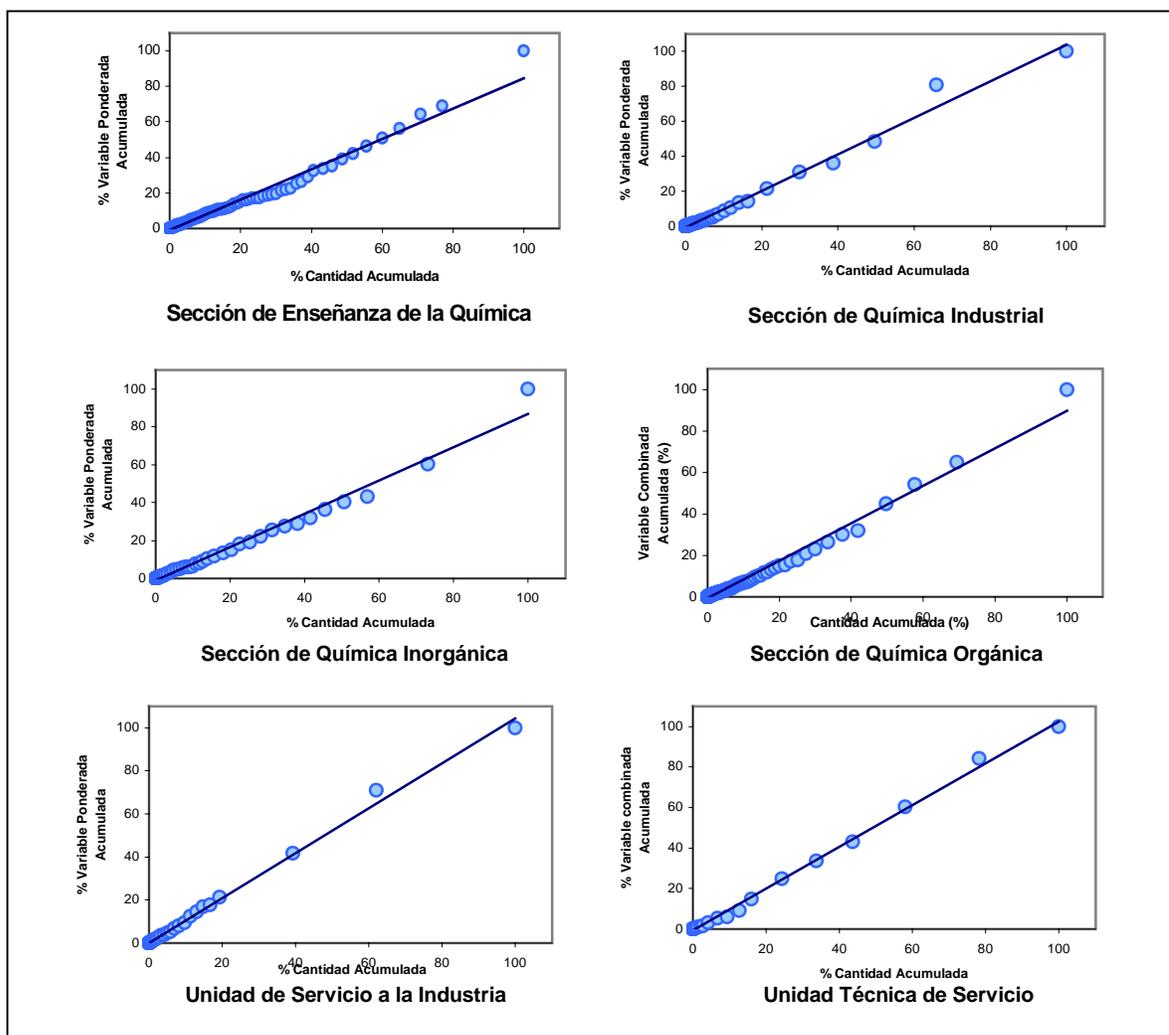


Figura 4. 1 Resultados entorno a la relación cantidad – peligrosidad de los reactivos que se utilizan en cada sección de la Escuela de Química



(Continuación) **Figura 4.1** Resultados entorno a la relación cantidad – peligrosidad de los reactivos que se utilizan en cada sección de la Escuela de Química

De los gráficos presentados en la figura 4.1, se resalta el hecho de que la relación entre peligrosidad y cantidad de reactivos describe para todas las secciones una línea recta. Se refleja así, que no existe un grupo de sustancias específico que requiera de una atención prioritaria, ya que no hay un grupo de ellos que sea de alta peligrosidad y que se maneje en grandes cantidades.

4. 2 Prácticas de manejo de los desechos peligrosos generados

Para el diagnóstico de la situación correspondiente a los desechos peligrosos generados, se efectuaron entrevistas personales con los encargados directos de la proveeduría y de cada sección de laboratorio. Como herramientas para la recolección y registro de la información, se utilizó una lista de verificación confeccionada según las recomendaciones de la EPA, y adaptada al entorno de la Escuela. En el Apéndice A se muestran estas herramientas.

4.2. 1 Desechos enviados a la proveeduría:

En el caso de la proveeduría, fue el Sr. Ariel Alfaro, encargado de la misma, quien brindó la información correspondiente mediante entrevista. Como se detallará más adelante, cada sección en que se subdivide la Escuela ha venido realizando esfuerzos aislados para colaborar con el ambiente. Los desechos que se envían a la proveeduría, se tratan o disponen en conjunto, por el personal.

Desde hace aproximadamente un año y medio, a través de la proveeduría, se han venido tratando desechos que durante los tres años anteriores simplemente se acumulaban en estañones. En total durante ese periodo se registraron 384 litros de desechos líquidos y 107,5 kilogramos de desechos sólidos.

4.2.1.1 Desechos Líquidos:

La distribución según naturaleza de los 384 L de desechos líquidos es como sigue. Se tienen 200 L de disolventes, de los cuales, 85 L son éter etílico impuro que podría recuperarse por destilación. Los 115 L restantes son mezclas de alcoholes y acetona que no son rentables de recuperar y por lo tanto se envían para su incineración a la empresa Holcim.

184 L de desechos líquidos, consisten en ácidos, soluciones acuosas y sales. En su mayor parte, los ácidos clorhídrico, nítrico, sulfúrico y el acético, por su alta generación de vapores no pueden recuperarse por destilación y por lo tanto se neutralizan con bases y se desechan a través del desagüe.

De las soluciones acuosas y sales, se recuperan mediante precipitación los metales pesados como el calcio, el potasio y el cromo; y los metales preciosos como la plata.

En la Figura 4. 2 se muestra la distribución porcentual correspondiente a las cantidades escritas en los dos párrafos anteriores.

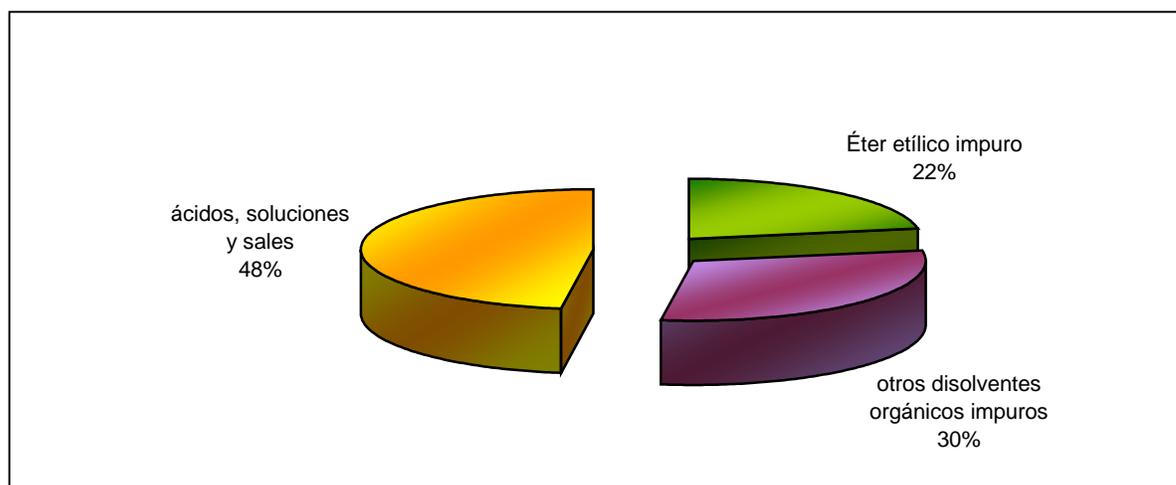


Figura 4. 2 Distribución porcentual de los desechos líquidos que son recolectados en la proveeduría

4.2.1.2. Desechos sólidos:

Se determinó que existen 107,5 kg de desechos sólidos almacenados; por su naturaleza se clasifican según el Esquema de la Figura 4.3.



Figura 4. 3 Esquema de clasificación según su naturaleza de los desechos sólidos manejados por la Proveeduría

Alrededor de 600g son metales preciosos procedentes de 20L de solución, que pueden reutilizarse.

El resto, se clasifica en dos grupos, los materiales inocuos(sales sólidas de sodio y

potasio desechadas junto con diatomita) que se envían al relleno sanitario y los metales pesados como cromo ⁺³, magnesio, plomo, arsénico y antimonio que se almacenan para desactivarlos mediante procedimientos químicos convirtiéndolos en óxidos para su posterior utilización. Entre éstos últimos destacan, 50 kg de permanganato de potasio y aproximadamente 20 kg de sales de cromo VI. En la Figura 4.4 se muestra la distribución porcentual de los desechos sólidos.

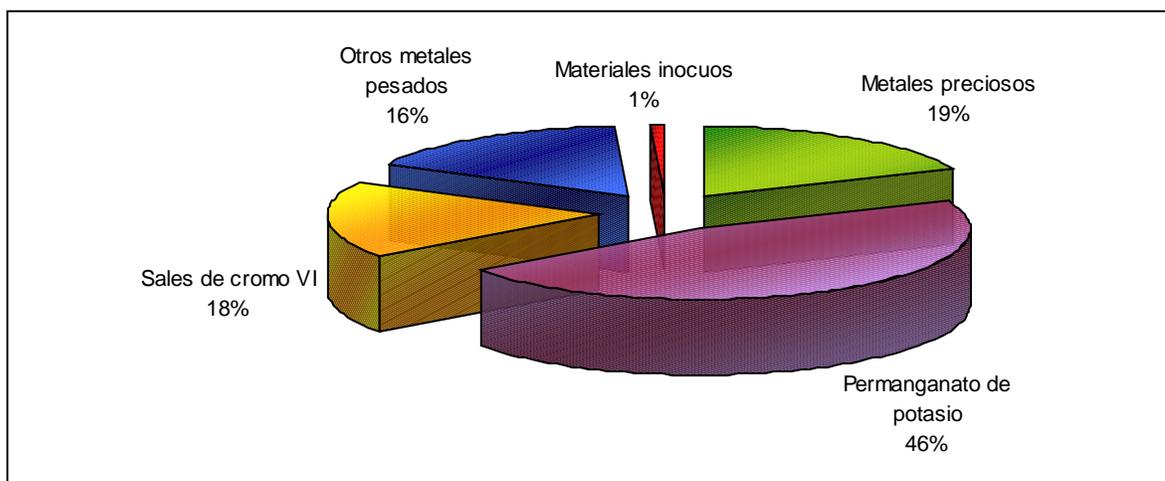


Figura 4. 4 Distribución porcentual de los desechos sólidos enviados a la proveeduría

4.2. 2 Esfuerzos de reducción de la contaminación de cada sección:

Como se mencionó anteriormente, la Escuela de Química divide su actividad académica en seis secciones: la de Enseñanza de la Química, la de Química Orgánica, la de Química Inorgánica, la de Química Industrial, la de Físicoquímica y la de Química Analítica. Cada sección, posee un alto nivel de autonomía en cuanto a laboratorios disponibles, libertad de cátedra y la determinación de las prácticas de manejo de existencias, desechos y reactivos, los cuales se suministran previo pedido a través de la proveeduría.

Debido a esta estructura organizacional, se determinó que la manera más efectiva de recolectar información respecto a las prácticas de manejo de los desechos, propia de cada sección, sería la de consultar de manera directa a los coordinadores, especialmente a los de las secciones de laboratorio, los procedimientos que se adoptan a

la hora de tratar y disponer los desechos generados y los residuos de reactivos. Así, se confeccionó una lista de verificación sobre la base de las recomendaciones dictadas por la EPA y las características de la Escuela de Química, la cual se completó en conjunto con el coordinador de cada sección de laboratorio. Ésta herramienta se presenta en el Apéndice A.

A continuación se resumen las fortalezas y debilidades encontradas a través del proceso de diagnóstico para cada sección. Al estar redactadas las prácticas de manejo de los desechos de forma positiva, se consideró que el cumplimiento de ésta es una fortaleza y se denota mediante un punto verde. Por su parte, el punto rojo, corresponde a las debilidades, que implican la ausencia de esa medida en el accionar habitual de la sección correspondiente.

Cuadro 4. 1 Resumen de las fortalezas  y debilidades  encontradas durante el proceso de diagnóstico correspondiente a las diversas secciones de la Escuela de Química

Práctica	Enseñanza de la Química	Orgánica	Inorgánica	Industrial	Fisicoquímica	Analítica
Existen programas de concienciación de los estudiantes entorno al uso racional, manejo y disposición de sustancias químicas						
Se pone a disposición de los encargados, asistentes y estudiantes de lab., documentos formales de consulta para el manejo de residuos y desechos						
Se brinda información verbal al estudiantado, asistentes y personal de laboratorio para el descarte de los desechos generados según su naturaleza						
Existe una formación general sobre la disposición de los desechos para los estudiantes-asistentes de los laboratorios en horas de coordinación						

(Continuación) Cuadro 4.1 Resumen de las fortalezas y debilidades encontradas durante el proceso de diagnóstico correspondiente a las diversas secciones de la Escuela de Química

Práctica	Enseñanza de la Química	Orgánica	Inorgánica	Industrial	Fisicoquímica	Analítica
Existe documentación y registros de los procedimientos para el manejo de los desechos	●	●	●	●	●	●
Se incluye en la carta al estudiante un apartado sobre las directrices generales del manejo de desechos según su naturaleza	●	●	●	●	●	●
Los asistentes de ventanilla reciben entrenamiento periódico en el manejo de los desechos	●	●	●	●	●	●
La recolección de los desechos en el laboratorio se efectúa al menos semanalmente	●	●	●	●	●	●
Los recipientes para recolección de los desechos, son adecuados y poseen rotulación pertinente	●	●	●	●	●	●
Se mantiene un registro de pesos y medidas de las cantidades de desechos recolectados	●	●	●	●	●	●
Se clasifican los desechos según su naturaleza, previo a su disposición	●	●	●	●	●	●
Se clasifican los desechos según su peligrosidad, previo a su disposición	●	●	●	●	●	●
Se evita almacenar desechos dentro del laboratorio	●	●	●	●	●	●
Se reutiliza algún desecho químico generado en la misma sección	●	●	●	●	●	●

(Continuación) Cuadro 4.1 Resumen de las fortalezas y debilidades encontradas durante el proceso de diagnóstico correspondiente a las diversas secciones de la Escuela de Química

Práctica	Enseñanza de la Química	Orgánica	Inorgánica	Industrial	Fisicoquímica	Analítica
La cristalería con defectos pequeños se reutiliza						
Se reutilizan los disolventes que aún no están agotados						
Existen sistemas para recuperar disolventes						
Aprovechan desechos de otras secciones en prácticas de lab propias						
Los ácidos y bases se neutralizan antes de enviarse al desagüe						
Los agentes reductores y oxidantes se tratan para convertirlos en sales inocuas						
Los disolventes orgánicos volátiles se desechan en diatomita						
Las soluciones y se almacenan en recipientes de vidrio ámbar; recuperando las fases que se separan o enviándolas a la Proveduría						
La disposición final de los desechos se efectúa fuera del laboratorio a través de la Unidad de Servicios Generales de la Universidad y en casos especiales de la proveeduría						
Se mantiene un inventario activo y la adquisición de materiales se realiza a través de la Proveduría						

Del cuadro anterior, se observa cómo los principales problemas de las secciones se localizan en los esfuerzos de capacitación, documentación de procedimientos, registro de cantidades de desechos generados y en el reuso de sustancias químicas o su recuperación. Esto, debido a la naturaleza autónoma con que se desempeñan las funciones dentro de cada sección, que deja de lado el trabajo conjunto para la evaluación de medidas globales de reducción de la contaminación dentro de la Escuela, aislando los esfuerzos de algunas de ellas.

Los puntos fuertes de las secciones, son en general, la aplicación de técnicas básicas de pretratamiento de algunas sustancias químicas comunes en los laboratorios, los sistemas de recolección de los desechos, los mecanismos de disposición final de estos (a través de la Proveduría) y el control de existencias para la realización de pedidos de reactivos y otros materiales.

4. 3 Prácticas de manejo de los desechos sólidos ordinarios

Los desechos sólidos ordinarios de la Escuela de Química, se recolectan mediante varias vías: El personal de limpieza, que recolecta los desechos depositados en los basureros de todo el edificio; un recipiente colector de papel para el programa de reciclaje y la proveduría, que sirve de centro de acopio para la recolección de vidrio común y tipo pirex. El detalle de los hallazgos encontrados con respecto al diagnóstico de las prácticas de manejo de los desechos sólidos ordinarios se presenta en los apartados siguientes.

4.3. 1 Desechos recolectados por el personal de limpieza y mantenimiento:

La información para estimar, la cantidad de desechos sólidos recolectados por el personal de limpieza y mantenimiento de la Escuela de Química se efectuó mediante el registro de la medida de la masa total de desechos recogidos diariamente durante un mes.

Su composición, según la naturaleza de los desechos, se aproximó a través de una muestra compuesta que se clasificó manualmente. Para ambas tareas se utilizaron hojas de registro como las que se adjuntan en el Apéndice A.

Los resultados mostraron que mensualmente se generan aproximadamente 707,43

kg de desechos ordinarios, cuya distribución se presenta en la Figura 4.5.

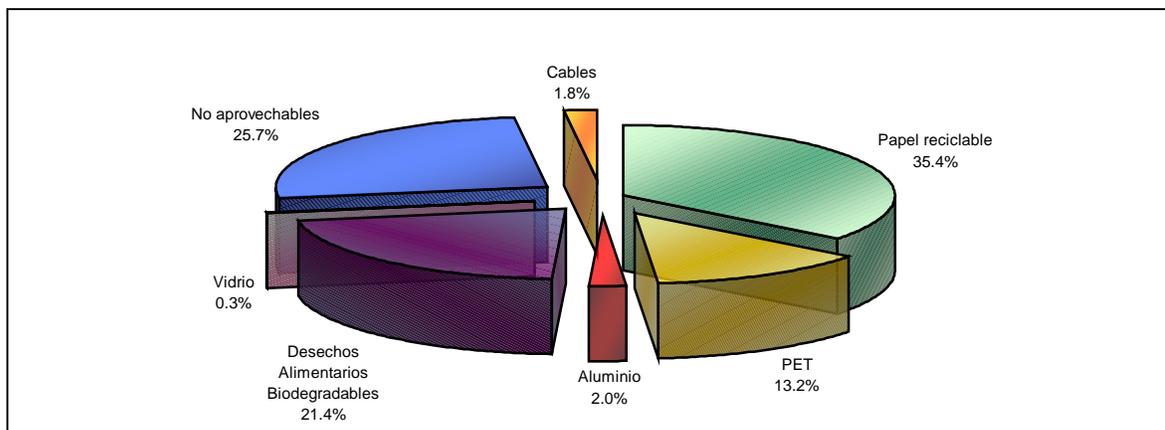


Figura 4. 5 Distribución de materiales en los desechos sólidos ordinarios de la Escuela de Química

Se observa cómo las contribuciones del vidrio, del aluminio y de los cables son muy bajas, en tanto que el PET, los desechos alimentarios biodegradables y el papel reciclable aportan cantidades porcentuales significativas al total. De aquí se determina que existe un 74.25% de desechos que tienen el potencial para recuperarlos, reutilizarlos o venderlos. En el capítulo 5, se presentarán alternativas que contemplen un provecho mayor de estos materiales.

Si se trabaja con cantidades absolutas sobre la base temporal de un mes, se tendrían las cantidades relativas que se muestran en el Cuadro 4. 2.

Cuadro 4. 2 Contribución absoluta de los distintos materiales al total mensual de desechos sólidos recabados en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

Material	%	Cantidad (kg)
Aluminio	2,04	14,40
Cables	1,81	12,83
Desechos Biodegradables Alimentarios	21,43	151,63
No aprovechables	25,73	182,01
Papel reciclable	35,45	250,78
PET	13,22	93,54
Vidrio	0,32	2,25
Total	100,00	707,43

En el rubro no aprovechables, se agruparon los materiales que por su naturaleza tienen menor posibilidad de reutilizarse o reciclarse, en el cuadro siguiente se detallan las contribuciones de ellos al 25,73 % que representa dicho rubro según la clasificación anterior.

Cuadro 4. 3 Materiales comprendidos en el rubro no aprovechables

Clase	% Total	Tipo de desecho	Cantidad (g)	%Individual
Celulósicos	41,14	Algodón	78	1,02
		Madera	188	2,47
		Papel encerado	33	0,43
		Papel filtro	12	0,16
		Papel toalla	2 824	37,06
Inorgánicos	3,54	Baterías secas	46	0,60
		Cerámica	214	2,81
		Clavos	5	0,07
		Tiza	5	0,07
Polímeros sintéticos	9,84	Cds, disketes y otros plásticos	185	2,43
		Envolturas plásticas de comida	357	4,69
		Espojas	70	0,92
		Estereofón	67	0,88
		Guantes de látex	19	0,25
		Hule	52	0,68
Mixtos	19,25	Cajitas refresco	1 467	19,25
Otros	26,22	Empaques metalizados	162	2,13
		Papel carbón	785	10,30
		Polvo, boronas, partículas pequeñas	780	10,24
		Tela	271	3,56
Total	100,0		7 620	100,0

4.3. 2 Programa de reciclaje de papel:

Actualmente la Escuela de Química participa de un programa de recolección de papel para reciclaje promovido por la unidad de suministros de la Universidad. Cuenta así la Escuela con un recipiente rotulado, de color verde con tres compartimentos, ubicado en la primera planta del edificio cerca de la secretaría. Mensualmente se realiza la recolección de aproximadamente 208 kg. Cada kilogramo se compra a 25 colones por lo que se genera un ingreso mensual aproximado de 5 800 colones.

4.3. 3 Recolección de vidrio:

Se lleva a cabo a través de la proveeduría. Cada laboratorio cuenta con

recipientes para depositar la cristalería quebrada durante las operaciones de laboratorio. Se efectúa la clasificación en tres denominaciones: vidrio ámbar, vidrio transparente y vidrio tipo pyrex. A final de semestre, se traslada a la proveeduría donde se tritura y se almacena en estañones. El vidrio ámbar y el transparente producen medio y un estañón por semestre respectivamente, se venden a Vicesa y con el dinero recibido se paga por la destrucción de los dos estañones de vidrio pyrex que por su resistencia al calor no puede fundirse con facilidad y reutilizarse.

4. 4 Prácticas de manejo de los desechos líquidos generados

El proceso de diagnóstico de los efluentes líquidos, debió efectuarse de manera preventiva a través del análisis ABC discutido en la sección 4.1, analizando los reactivos que se utilizan en las distintas prácticas para diagnosticar las sustancias que representaran mayor peligro para el ambiente. Esto se debió a que en la disposición actual de tuberías circulan tanto el agua servida como las aguas negras de todo el edificio.

4. 5 Prácticas de manejo de los desechos gaseosos emanados

En cuanto a las emisiones al aire, mediante inspección y visita al edificio, se determinó que todos los laboratorios se encuentran equipados con sistemas de extracción de aire; sin embargo, no poseen ningún sistema de medición y mucho menos de tratamiento del aire liberado al ambiente.

4. 6 Panorama general del problema

A modo de resumen, se construyó un diagrama de bloques en el cual se presenta el problema principal encontrado en la Escuela y las causas de mayor relevancia comprendidas. Si bien es cierto, en la Escuela de Química existe una inquietud general para reducir la contaminación, los esfuerzos que se efectúan adolecen de una política formal que permita conjuntar las medidas y evaluar su efectividad para cerrar el círculo

de mejoramiento continuo.

Las causas a las que puede atribuirse este inconveniente son diversas, las tres principales identificadas se presentan a continuación en la Figura 4.6.

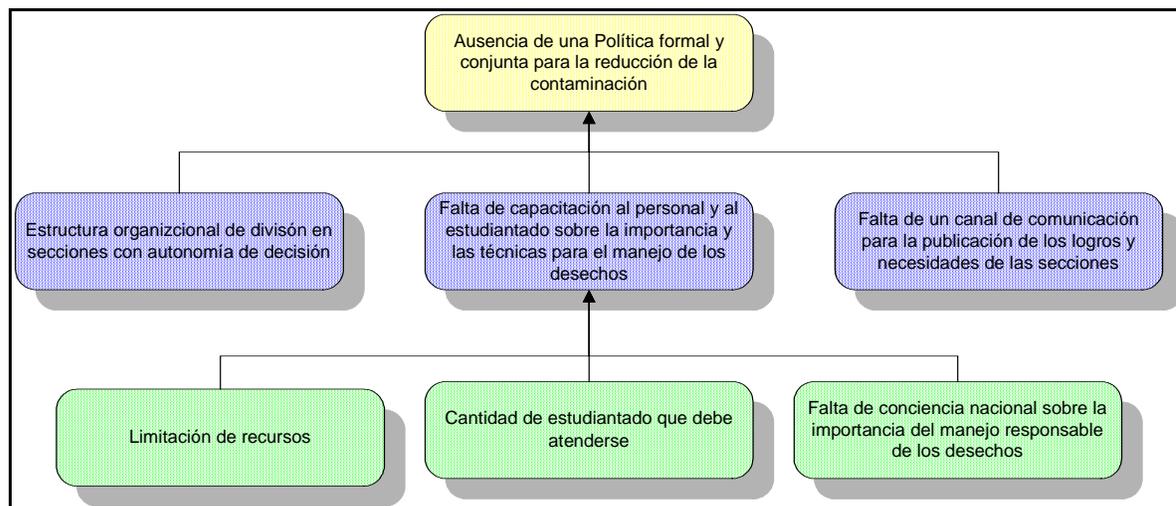


Figura 4. 6 Representación esquemática del problema principal encontrado entorno al manejo de los desechos en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

En primer lugar, puede citarse la misma estructura organizacional de la Escuela, que a pesar de responder a cabalidad con su misión de ordenar la gran cantidad de cursos que ofrece la Escuela en áreas diversas de la química, dificulta , la creación de un programa que entrelace la red de manejo de desechos entre secciones.

Puede enunciarse también, la falta de cursos exclusivos de capacitación del personal (de limpieza, asistentes de laboratorio) y el estudiantado sobre la importancia y las técnicas para el manejo de desechos, que se dejan como parte de los temas a tratar dentro de los cursos habituales de la Escuela. Este factor aparece como consecuencia de las limitaciones económicas; la gran masa estudiantil que debe manejar la Escuela no sólo de los futuros profesionales en Química sino de todas las demás carreras que requieren bases sólidas de Química; y la falta de conciencia nacional sobre estos temas.

Finalmente, puede nombrarse la necesidad de un canal de comunicación interno y externo mediante el cual puedan publicarse los requisitos y avances que se alcanzan en la temática de la reducción y manejo de desechos de cada una de las secciones para el

conocimiento de los demás coordinadores y del público en general. Cumpliendo además la función de motivación para mantener arriba la guardia frente a la problemática de la contaminación ambiental que nos atañe a todos.

Capítulo 5

Opciones para la reducción de la contaminación

Sobre la base del diagnóstico efectuado y mediante el análisis de esa información, se llevó a cabo una lluvia de ideas, congruentes con las posibilidades tanto de la Escuela de Química como de la realidad nacional, con el fin de enumerar posibles opciones de reducción de la contaminación. Así mismo, se efectuaron consultas a profesionales para evaluar la factibilidad y la pertinencia de las medidas propuestas.

Una vez identificadas las opciones, se procedió a fundamentarlas y a determinar los requisitos materiales, logísticos y humanos necesarios para poder implantarlas. En el presente capítulo se presentan las alternativas clasificadas según su campo de acción y el plazo en que sería posible adoptarlas, en conjunto con una descripción detallada de ellas.

5. 1 Alternativas de reducción de la contaminación

5.1. 1 Medidas al corto plazo:

5.1.1.1 Programas de capacitación:

El punto de partida de un plan exitoso de reducción de la contaminación radica en el compromiso de las personas comprendidas en el mismo. El conocimiento sobre los temas de contaminación y la responsabilidad individual con la que se puede contribuir, permite a las personas identificarse con la causa.

Una de las características propias de la Escuela de Química que hace factible la instauración de programas de capacitación, reduciendo el monto de la inversión, es el amplio conocimiento que posee la mayoría de los profesionales que laboran como profesores en la Escuela, quienes podrían sin problemas impartir los cursos propuestos.

Así, se propone la creación de una serie de capacitaciones enfocadas a tres grupos específicos: el personal de limpieza y mantenimiento, los asistentes de ventanilla encargados de los laboratorios y los estudiantes; pues ellos son quienes estarán en

contacto más frecuente y directo con las actividades asociadas a la generación de desechos, su recolección, su tratamiento y su disposición. Debido a las distintas perspectivas que poseen esos tres grupos de personas, se proponen a continuación enfoques diversos según los participantes de los cursos de capacitación.

➤ **Capacitación para el personal de limpieza y mantenimiento de la Escuela:**

El programa debe comprender los siguientes temas:

1. El concepto de contaminación
2. Medios que pueden verse afectados por la contaminación
3. Clasificación de los desechos según su estado y su naturaleza
4. Materiales que se consideran desechos ordinarios
5. Desechos ordinarios que pueden reciclarse o reutilizarse
6. Importancia de la clasificación de los desechos según su naturaleza
7. Beneficios para el ambiente que puede traer consigo la clasificación, reuso y el reciclaje de los materiales
8. Política nueva de reducción de la contaminación de la Escuela de Química
9. Medidas concretas a aplicar para la reducción de la contaminación
10. Responsabilidades que deben asumir dentro del programa de reducción de la contaminación
11. Resultados que se esperan
12. Tiempo de implantación
13. Personal encargado de la supervisión de las medidas a aplicar

Durante el primer año, estos temas deben dividirse en dos sesiones de cuatro horas cada una: la primera sesión, deberá encaminarse a crear la conciencia y el conocimiento previo para que puedan entenderse y aplicarse las medidas que contempla el plan. Así deberán tratarse los primeros siete temas del listado anterior.

La segunda, deberá adentrarse en las medidas y características propias del plan a implantar en la Escuela, con lo que se darán a conocer los temas del 8 al 13 del listado previo.

Para el año siguiente, debe mantenerse la temática, sin embargo debe efectuarse

una evaluación para determinar el alcance que tuvo cada punto y redireccionarse hacia los puntos más débiles.

Como medio de reforzamiento de los conceptos y temas transmitidos durante el periodo de capacitación, debe brindarse material escrito que resuma lo tratado, y que sirva como medio inmediato de consulta en caso de dudas.

► **Capacitación para los asistentes de ventanilla de los laboratorios:**

En primera instancia, puede llevarse a cabo en conjunto para todos los asistentes, sin embargo, luego deben separarse para dar énfasis a las medidas particulares a tomar según los productos químicos predominantes en cada laboratorio.

Los temas generales, deberán versar sobre, primero la creación de conciencia y luego sobre la política nueva de reducción de la contaminación de la Escuela. Finalmente se dará para cada uno el énfasis para la formalización de los conocimientos empíricos adquiridos a través de la experiencia.

Los temas comunes a tratar serían:

1. Familias de productos químicos y su toxicidad
2. Impacto de la disposición inadecuada de los desechos para la salud y el medio ambiente
3. Medios de almacenamiento y clasificación de sustancias peligrosas
4. Generalidades sobre los pretratamientos de las sustancias según su naturaleza
5. Política nueva de reducción de la contaminación de la Escuela de Química
6. Medidas concretas a aplicar para la reducción de la contaminación
7. Responsabilidades que deben asumir dentro del programa de reducción de la contaminación
8. Resultados que se esperan
9. Tiempo de implantación
10. Personal encargado de la supervisión de las medidas a aplicar

El énfasis debe contemplar según el laboratorio los siguientes temas:

1. Desechos que deben tratarse debido a la cantidad que se genera o al peligro que representan
2. Medidas y métodos particulares para efectuar el tratamiento

Al igual que en el caso del personal de limpieza y mantenimiento, la capacitación debe efectuarse en dos etapas para crear conciencia y para crear el conocimiento suficiente para el éxito en la implantación del programa. La etapa común a todos los asistentes, debe efectuarse durante dos sesiones de cuatro horas.

El énfasis quedará entonces para las sesiones tres y cuatro, y debe contemplar un periodo de práctica para que puedan crearse archivos y procedimientos para estandarizar los pretratamientos que se le den a los distintos desechos; creándose así poco a poco un manual de procedimientos que sirva de guía a los asistentes nuevos que entren a futuro en la Escuela.

➤ **Capacitación para los estudiantes-asistentes de los laboratorios provenientes de otras facultades:**

Siendo una parte considerable del estudiantado empleado para las asistencias de laboratorio proveniente de otras facultades, es de vital importancia, impartir una capacitación para uniformar criterios e informar sobre la política particular de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica entorno a la reducción de la contaminación.

Este curso debe convertirse en requisito para la solicitud de la asistencia. Debe impartirse una vez al año en dos sesiones de cuatro horas cada una y debe contemplar los siguientes temas:

1. Familias de productos químicos y su toxicidad
2. Impacto de la disposición inadecuada de los desechos para la salud y el medio ambiente
3. Generalidades sobre los medios de disposición de los materiales según su estado y su naturaleza
4. Métodos de enseñanza para transmitir al estudiantado a su cargo, los conocimientos adquiridos.
5. Política nueva de reducción de la contaminación de la Escuela de Química
6. Responsabilidades que deben asumir dentro del programa de reducción de la contaminación
7. Resultados que se esperan

8. Personal encargado de la supervisión de las medidas a aplicar

Debe entregarse un documento escrito a los participantes de forma que posean un respaldo y una fuente permanente de información para consultar durante su periodo como asistente.

➤ **Capacitación para los estudiantes de la Escuela de Química:**

Una de las estrategias principales a incorporar tanto en los cursos de servicio como en los de carrera, debe ser la de incluir en las lecciones del semestre al menos 15 minutos semanales en cada curso, principalmente en los de laboratorio, para informar y recordar la trascendencia del programa de reducción de la contaminación propio de la Escuela, con el fin de desarrollar en los estudiantes el sentido de la responsabilidad ambiental y su aplicación en el ejercicio profesional.

Así mismo y como complemento, deberá incluirse en cada práctica de laboratorio una sección sobre el manejo de los desechos, producidos durante la misma. Para la revisión de las prácticas, se podría implantar un proyecto de graduación en cada área de la química, bajo la tutela de un profesor de la misma Escuela, que asesore al estudiantado de manera que se analicen las prácticas desde el punto de vista de los desechos producidos, y que redacten una sección extra sobre el manejo de los mismos.

Finalmente, para los estudiantes de la carrera de Química de la Universidad de Costa Rica, debe crearse un curso adicional o en su defecto un seminario de participación obligatoria en el que se capacite al estudiantado entorno a las fuentes generadoras de desechos, impacto de la mala disposición de los mismos, procedimientos para su manejo responsable y generalidades sobre la política ambiental de la Escuela. El Temario debe contener los siguientes puntos:

1. Clasificación de las sustancias químicas según su peligrosidad para la salud del ambiente
2. Legislación costarricense para el manejo de residuos y desechos de laboratorios químicos
3. Procedimientos para el tratamiento de desechos químicos

4. Buenas prácticas para el almacenamiento de reactivos y desechos químicos
5. Realidad nacional entorno al manejo de los desechos
6. Esfuerzos de la Escuela de Química para la reducción de la contaminación
7. Política y medidas concretas adoptadas por la Escuela de Química: capacitación entorno al plan de manejo de los desechos
8. Importancia del ciclo de mejoramiento continuo para contribuir a la conservación del ambiente

La duración del seminario debe ser de al menos 20 horas efectivas, implantándose como parte de los requisitos para entrar al tercer año de carrera.

5.1.1.2. Desechos peligrosos:

- **Desechos que maneja la proveeduría:**

Como se describió en el capítulo anterior, la proveeduría ha venido implantando medidas para el tratamiento de los desechos que antes sólo se almacenaban.

Respecto a los desechos líquidos, debe instaurarse un sistema de destilación de éter etílico. La destilación puede llevarse a cabo una vez por año, siguiendo los procedimientos que recomienda la literatura en referencias como *Destruction of Hazardous Chemical in the Lab* [Lunn, 1996], o consultar el proyecto de graduación de Ariel Alfaro Vargas que se titula "Plan de almacenamiento, control y desecho para la Proveeduría de la Escuela de Química" que está próximo a ser concluido.

5.1.1.3. Desechos sólidos ordinarios:

En éste caso, se detectó del diagnóstico, que existe gran potencial (74,25%) para reciclar los desechos sólidos ordinarios recolectados. Se hace pertinente, entonces efectuar una campaña de acopio y reciclaje de varios materiales como PET, desechos biodegradables y aluminio, e impulsar las campañas ya existentes de acopio de vidrio y papel.

- **Papel reciclable:**

Del análisis efectuado en el capítulo anterior, se determinó que el 35.4 % de los desechos sólidos recolectados por el personal de limpieza y mantenimiento de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica es papel reciclable, a pesar de la existencia del programa de recolección y venta de éste para reciclaje.

De éste hecho se derivan tres recomendaciones para fortalecer el programa de reciclaje actual y con ello lograr una reducción en la contaminación:

1. la creación de afiches para la divulgación e impulso de la campaña de recolección de papel para reciclar
2. la colocación de mayor cantidad de recipientes colectores
3. la compra de un destructor de papel o la modificación de los recipientes colectores para poder incluir material confidencial en el programa de reciclaje

Los afiches deben poseer carácter informativo, para mostrar la existencia de la campaña, e incentivar al alumnado a contribuir. Deben colocarse cerca de los accesos y las salidas tanto en la planta principal como la planta baja y en el segundo piso.

Actualmente, se cuenta con un único recipiente colector de papel para el público en general, se hace necesaria la colocación de más recipientes colectores, en puntos estratégicos como lo es la Asociación de Estudiantes, la Sala de Profesores y el área de oficinas administrativas.

Otro problema que se detectó es que algunas veces se desecha papel con información confidencial en los basureros pues al ser el colector de papel reciclable abierto y estar ubicado en un sitio de acceso general desarrolla desconfianza.

Para solucionar éste problema, además de colocar colectores en sitios de acceso restringido, podría considerarse, la modificación de los recipientes actuales, para dotarlos de tapas con candado, para evitar la extracción de material una vez depositado.

Otra posibilidad sería la de adquirir un destructor de papel para la disposición segura del material confidencial.

- **Desechos Biodegradables Alimentarios:**

En el capítulo anterior, se determinó que el 21,4% de los desechos ordinarios recolectados, pueden clasificarse como desechos biodegradables alimentarios. Éstos pueden trasladarse a la estación experimental Alfredo Volio Mata donde existe un programa experimental para la producción de abono orgánico.

Para el acopio de este tipo de material deberán colocarse recipientes especiales identificados, en los sitios de descanso, en los comedores para el personal y en la asociación de estudiantes.

Así mismo deberá plantearse un sistema de promoción de la campaña, para incorporar a los estudiantes y al personal a contribuir con la campaña.

- **PET:**

El PET contribuye al total de desechos ordinarios recolectados por el personal de limpieza en un 13,2 %. Compañías como Coca Cola Femsa y Florida Bebidas, poseen programas para la recolección de sus envases.

En el caso de Florida Bebidas, responden sólo por sus envases de Tropical y de Agua Cristal. El programa de Coca Cola Femsa, recibe cualquier envase PET.

Para la recolección de éstos, deberán colocarse recipientes cerca de las áreas de descanso y los comedores así como instalar afiches informativos para incentivar al personal y al estudiantado a participar en la campaña.

- **Aluminio:**

El aluminio recolectado, en su mayoría proviene de latas de refrescos, que pueden recolectarse y venderse, tanto a Coca Cola Femsa, como a Florida Bebidas, quienes compran por toneladas el material.

De esta manera, se requerirá también un recipiente colector para acumular las latas.

Notas:

1. Tanto para el PET como para el aluminio, existe una opción alterna, en caso de que la factibilidad económica impida la implantación de las medidas antes descritas y es la de efectuar siempre el acopio de los materiales y contactar a una entidad de bienestar social como los Hogares Crea que recolecte periódicamente el material.
2. El papel reciclable se excluye de esta posibilidad pues ya existe el programa propio de la Escuela en conjunto con la unidad de servicios generales de la Universidad.

En la Figura 5. 1 se presenta una propuesta para el diseño de los afiches a colocar en la Escuela para la promoción de las campañas propuestas.

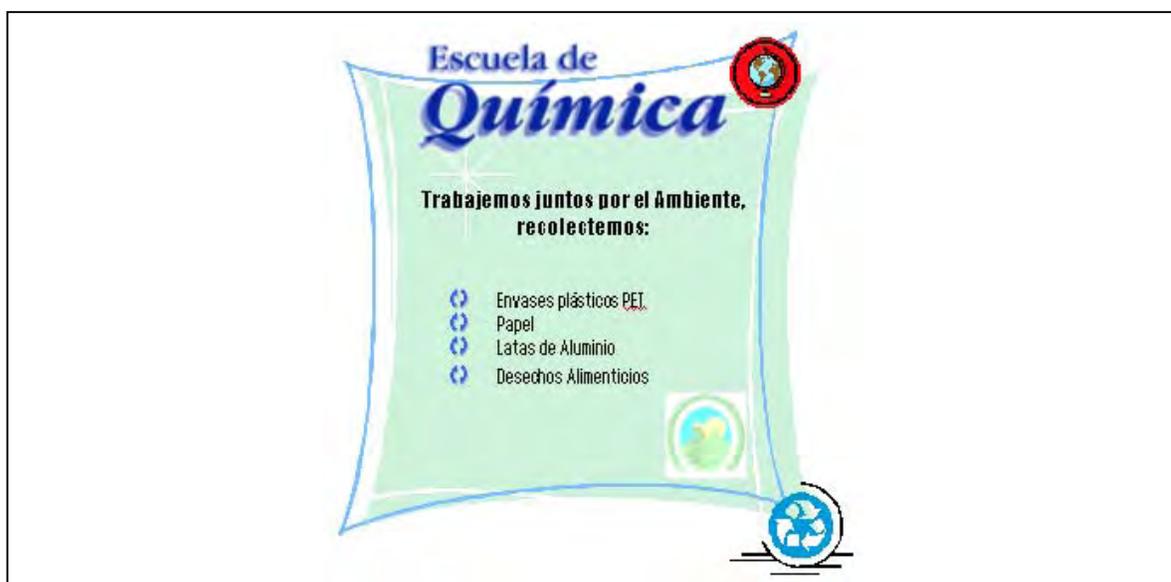


Figura 5. 1 Diseño propuesto para los afiches de promoción de las campañas de Reciclaje de desechos ordinarios para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

Así mismo, los recipientes colectores deben identificarse según el tipo de material que debe depositarse en él. Para ello se propone el distintivo de la Figura 5. 2.



Figura 5. 2 Rótulos para la designación de los recipientes colectores de la campaña de recolección de materiales aprovechables

5.2. 1 Medidas al largo plazo

5.2.1.1. Desechos peligrosos:

Una opción un tanto más laboriosa para confeccionar, pero que puede traer beneficios, al fomentar la reutilización de reactivos, y residuos generados en las distintas secciones; es la de crear un sistema; ya sea mediante una red interna de comunicaciones o mediante Internet, a través de la cual, cada sección pueda, no sólo publicar la naturaleza de sus desechos (disolventes, mezclas, residuos de reactivos, combinaciones y excedentes), sino acceder a los de otras secciones con el fin de aprovechar los desechos provenientes de éstas que puedan aplicarse a los requisitos de su sección.

Para esto debe crearse un compendio de los requisitos para cada práctica y analizar la posibilidad de utilizar sustitutos, tomando en cuenta el material disponible de otros laboratorios.

Mediante la creación de proyectos de graduación en cada laboratorio para el análisis de las prácticas puede confeccionarse este compendio o mediante la inversión de las horas estudiante que deben hacer quienes se encuentran becados por la universidad.

Por otra parte, se recomienda digitalizar los inventarios, creando un sistema en línea de manera que se agilice el proceso de solicitud y entrega de materiales y pueda mantenerse un control vivo de los suministros que requiere cada laboratorio.

5.2.1.2. Desechos Líquidos:

Debe efectuarse una modificación en la red de tuberías del edificio de manera que se separen las aguas servidas de las aguas negras y posteriormente, se realice un diagnóstico mediante muestreo y caracterización a las aguas servidas, para determinar realmente la calidad del agua que se desecha, y de ser necesario diseñar un sistema de tratamiento del agua antes de su disposición final.

5.2.1.3. Emisiones al Aire:

Debe efectuarse un análisis a fondo para determinar el nivel de contaminación y la naturaleza de los contaminantes del aire que se desecha al ambiente a través de los extractores en cada laboratorio.

Para esto debe diseñarse un instrumento de muestreo, por ejemplo mediante carbón activado o mediante tomas instantáneas; para esto sería de gran utilidad, consultar normas internacionales como las de la NIOSH (entidad enfocada hacia las normativas para velar por la salud ocupacional y la seguridad en los ambientes de trabajo).

Posteriormente deben efectuarse ensayos de prueba con el fin de desarrollar la destreza en el experimentador e identificar; con la colaboración del personal del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) los patrones específicos para cada uno de los componentes que se encuentran en el ambiente del laboratorio en cuestión. Así mismo; obtener los patrones de absorción de cada compuesto en el medio de muestreo (sea carbón activado u otro) para determinar el porcentaje de absorción que puede lograrse en las condiciones en que se realice el muestreo.

Capítulo 6

Plan para la reducción de los desechos en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

Una vez generadas las opciones de reducción de la contaminación, se efectuó la confección del plan, comprendido en un programa integral de reducción de la contaminación, siguiendo las pautas que dicta el Instituto Nacional de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) para la elaboración de sistemas de gestión ambiental bajo la norma ISO 14000.

El proceso inició, a partir de efectuar un listado de las acciones necesarias para dar forma al programa, posteriormente se llevó a cabo la redacción de una propuesta para la política que engloba y formaliza, la posición de la Escuela entorno a la reducción de fuentes de contaminación y el manejo final de los desechos. Se redactó, a su vez, una misión y una visión que permiten definir el norte del programa.

Con el fin de mantener al día la información legal a la que debe someterse la Escuela de Química, se diseñó un sistema de identificación y acceso a la legislación nacional en el tema ambiental.

Sobre la base de los marcos conceptual y legal del programa, se trazaron los objetivos y metas del plan, en conjunto con proyectos que describen y calendarizan las tareas, al mismo tiempo que, asignan los responsables de éstas y los medios para alcanzar los objetivos propuestos.

Para el proceso posterior de implantación y operación, se describen los requisitos, para la creación de una estructura interna que se encargue de la administración del plan, la creación de canales de comunicación con la Dirección de la Escuela y con el personal y el estudiantado, así como sistemas de registro y documentación para las actividades encaminadas al éxito del plan en la práctica.

Finalmente, para cerrar el ciclo de mejoramiento continuo al cual debe adscribirse el programa, se determinaron los mecanismos de medición, monitoreo y verificación del alcance de las medidas tomadas respecto a los objetivos iniciales. Para esto, se designó una frecuencia para las labores de auditoría y de revisión por la Dirección.

6. 1 Programa para la reducción de fuentes y manejo de los desechos de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

- **Formato :**

Con el fin de unificar los documentos mediante los cuales se mantendrá el registro de las medidas que se tomen para la reducción de la contaminación en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, es necesario establecer un encabezado que esté acorde con los requisitos de los sistemas ISO 14000, en la figura 6.1 se muestra una propuesta para el encabezado de la documentación perteneciente al programa.

Escuela de Química Universidad de Costa Rica	Código: PRC-001	Emisión número: 1
Elaborado por: GSC	Plan para la reducción de fuentes y manejo de los desechos	Próxima revisión: Noviembre 2005
Aprobado por:	Fecha emisión: Noviembre, 2004	Página: De

Figura 6. 1 Diseño propuesto para la identificación de los documentos que respaldan los esfuerzos de reducción de la contaminación para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

- **Estructura administrativa:**

Como se ha venido mencionando, uno de los aspectos clave para el éxito del programa para la reducción de la contaminación se basa en el compromiso de la dirección en conjunto con la dedicación del personal a quien se le asigna la responsabilidad de su implantación.

De ese hecho se deriva la necesidad de conformar una estructura

organizacional para la puesta en marcha del proceso.

Esta estructura, debe tener como primer miembro al Director de la Escuela quien debe mostrar mediante el ejemplo el profundo compromiso con la causa. Así mismo, debe conformarse un equipo de trabajo, constituido por: un miembro perteneciente a cada una de las secciones en que se divide la Escuela, que de acuerdo al organigrama actual de la Escuela, podrían ser los coordinadores de cada sección incluyendo a los coordinadores de laboratorio. Así mismo, se hace necesaria la participación de representantes del personal administrativo, el personal de limpieza y mantenimiento y del estudiantado.

En la Figura 6. 2 se muestra un orden jerárquico propuesto para la implementación del plan.

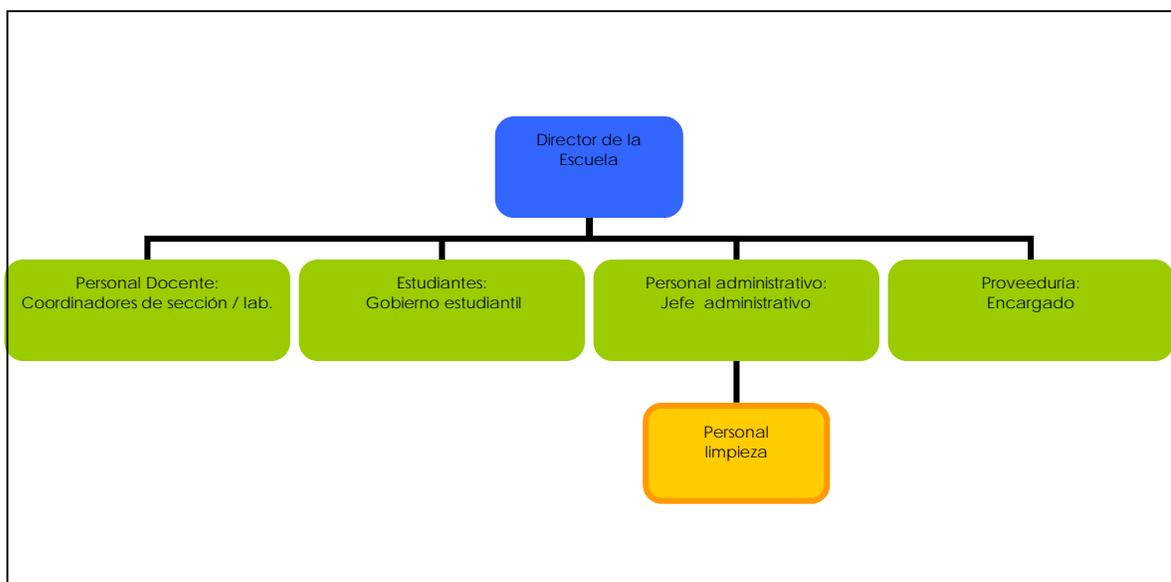


Figura 6. 2 Orden jerárquico y estructura administrativa propuestos para la implantación del plan de reducción de la contaminación en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

- **Compromiso y Política :**

Una vez conformado el equipo para la administración del plan y su ciclo de mejoramiento continuo, será necesario enunciar una política que ponga de manifiesto el proceder de la Escuela como un todo en materia ambiental. Para esto,

el comité deberá redactar una política que sirva de marco referencial para las medidas de reducción de la contaminación.

Una posible Política podría enunciarse como sigue:

Política y compromiso

La Escuela de Química, desde su Dirección, mantiene el compromiso de formar de manera integral al estudiantado a su cargo, aportando no sólo el conocimiento académico, sino inculcando a través del ejemplo, los esfuerzos de reducción y manejo responsable de los desechos, con miras al cumplimiento de las leyes de la República y aprovechando al máximo los recursos disponibles, creando en ellos hábitos, que reduzcan el impacto que causa la deposición de desechos en el ambiente.

- **Misión y visión :**

Como complemento para la política ambiental adoptada por la Escuela, se propone la redacción de la Misión y la visión con el fin de definir el norte hacia el cual debe dirigirse el plan de reducción y manejo de los desecho.

La misión y la visión propuestas son las siguientes:

Misión

Formar a los futuros profesionales que cursan materias en la Escuela de Química, dotándolos de conocimientos académicos y desarrollando en ellos una responsabilidad ambiental, a través del aprendizaje de técnicas para la reducción de la contaminación y el manejo de los desechos generados.

Visión

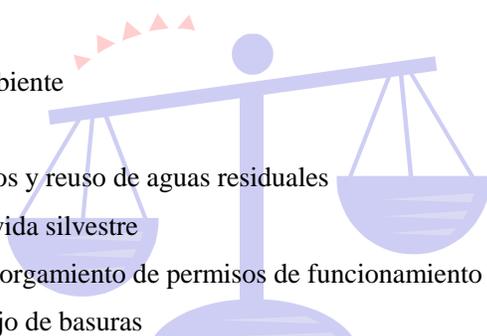
Convertirse, en un plazo de 5 años, en una Escuela ejemplo para las otras Escuelas que constituyen la Universidad, mediante la formalización de los esfuerzos actuales de reducción y tratamiento de los desechos generados, a partir de las actividades educativas y de investigación que se llevan a cabo.

- **Sistema de identificación y acceso a la legislación nacional :**

Se debe crear un archivo donde se mantenga un compendio actualizado de las leyes, normas y reglamentos que deben cimentar el proceder en el ámbito ambiental de Costa Rica.

Anualmente se efectuará una revisión para actualizar la información recabada. Actualmente el presente plan se adscribe a las siguientes leyes y reglamentos:

Legislación Ambiental Nacional



1. Ley Orgánica del Ambiente
2. Ley General de Salud
3. Reglamento de vertidos y reuso de aguas residuales
4. Ley conservación de vida silvestre
5. Reglamento para el otorgamiento de permisos de funcionamiento
6. Reglamento del manejo de basuras

- **Objetivos, metas e indicadores :**

Para definir las tareas de puesta en marcha del programa de reducción de la contaminación se hace necesario establecer los objetivos generales que deben cumplirse, así mismo se debe establecer una meta que marque la pauta para definir los indicadores, que servirán de medios para evaluar el avance una vez implantado. A continuación se presenta un plan que desglosa esos objetivos y metas a seguir para lograr el establecimiento del programa. El detalle de cómo se estimó la información económica se presenta en el apartado 6.2.

Cuadro 6. 1 Plan para el establecimiento de un programa de reducción de la contaminación

Objetivo	Meta	Indicador	Información económica en base anual
A. Organización preliminar			
1. Definición de una Política Ambiental General para la Escuela	Redactar una política que englobe el sentir y proceder de la Escuela de Química entorno a los esfuerzos de reducción y manejo de los desechos generados	Finalización de la redacción de la Política.	No aplica
2. Conformación del Equipo y la estructura organizacional para la administración del plan	Crear un equipo de trabajo que tome en sus manos la responsabilidad de liderar los esfuerzos de reducción y manejo responsable de los desechos	Conformación del equipo a cargo del plan	No aplica
B. Capacitación			
1. Iniciar los cursos de capacitación para el personal y el estudiantado	Lograr un 85% de éxito en la evaluación final de conocimientos adquiridos durante las capacitaciones	Cantidad de participantes en la capacitación que aprueba la evaluación final	Como se propone que los cursos los den los mismos profesores de la Escuela, no se incurrirá en gastos profesionales extra.
2. Confeccionar material escrito para entregar a los participantes de las capacitaciones	Entregar a la totalidad de los participantes un documento formal sobre los puntos principales de la capacitación	Cantidad de participantes de la capacitación que reciben un documento escrito	Monto de la inversión: ₡8 000
3. Destinar 15 minutos a la semana en los cursos de lab. para tocar temas de manejo de los desechos y responsabilidad ambiental	Lograr la adopción de esta práctica en al menos 90% de los cursos de laboratorio	Cantidad de cursos de laboratorio en los que se adopta la medida propuesta	No aplica
4. Iniciar la revisión de las prácticas de laboratorio incluyendo en ellas una sección sobre el manejo de los desechos generados	Efectuar la revisión de al menos el 50% de la prácticas	Cantidad de prácticas que se revisen y en las que se incluya la sección de manejo de los desechos generados	No aplica

Objetivo	Meta	Indicador	Información económica en base anual
4. Iniciar una campaña de recolección de envases plásticos PET para su envío a reciclaje	Reunir el 50% de los envases PET que actualmente se desechan en los basureros de la Escuela de Química	Cantidad de envases PET recolectados por el personal de limpieza de la Escuela proveniente de los basureros	Beneficio económico: ₡46 151
5. Efectuar la recolección de latas de aluminio para enviarlas a centros de acopio y reciclaje	Recabar el 50% del aluminio que actualmente se desechan en los basureros de la Escuela	Cantidad de latas de aluminio que recolecta el personal de limpieza de la Escuela proveniente de los basureros	Beneficio económico: ₡21 360
E. Infraestructura			
1. Iniciar el proyecto de evaluación y separación de las tuberías de descarga de las aguas servidas y las aguas negras	Elaborar el diagnóstico de la situación actual y el anteproyecto para la corrección de los problemas detectados	Porcentaje de avance del anteproyecto para la corrección de la distribución de tuberías	Puede efectuarse en coordinación con la OEPI o las Escuelas de ingeniería civil o arquitectura de la misma universidad de manera que la inversión sea mínima.
F. Emisiones al aire			
1. Analizar el nivel de contaminación del aire que se desecha al ambiente a través de los extractores en cada laboratorio	Publicación de la inquietud de efectuar el análisis, recepción y evaluación de ofertas	Cantidad de ofertas que resulten factibles según los recursos de la Escuela	Debe coordinarse con el CICA de manera que no exista una inversión monetaria.
G. Sistemas de registro e información			
1. Crear un archivo para el registro de avances y limitaciones encontradas en la implantación del plan	Mantener actualizado y estandarizar el proceso de registro de avances para el mejoramiento continuo del plan para la reducción de la contaminación	Cantidad de actividades que cuenten con hojas de registro en el archivo del plan de reducción de la contaminación	No aplica
2. Abrir un canal de	Mantener comunicación	Nivel de	No aplica

Objetivo	Meta	Indicador	Información económica en base anual
comunicación para publicar necesidades, avances y dificultades	constante para procurar el éxito del plan	conocimiento de los encargados sobre el avance del plan	
H. Auditoría y mejora continua			
1. Efectuar la revisión general del avance del proyecto y redirigir el programa para el ciclo siguiente	Efectuar anualmente una auditoría y replantear los objetivos para el ciclo siguiente	Cantidad de auditorías efectuadas y redacción del plan para el siguiente ciclo	No aplica

- **Planes de acción:**

Los proyectos ambientales también conocidos como planes de acción, describen y calendarizan las acciones a seguir para cumplir las metas correspondientes a los objetivos planteados, al mismo tiempo que asigna los responsables. A continuación se propone un proyecto específico para cada sección del plan.

A. Organización preliminar:

Cuadro 6. 2 Plan de acción para la creación del equipo de trabajo para la administración del plan de reducción de la contaminación

Objetivo: Crear un equipo de trabajo que tome en sus manos la responsabilidad de liderar los esfuerzos de reducción y manejo responsable de los desechos		Meta: Conformación del Equipo y la estructura organizacional para la administración del plan		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Diseñar un perfil que describa las características deseables en los miembros del comité	Dirección de la Escuela	19-Ene-05	21-Ene-05	

(Continuación) Cuadro 6.2 Plan de acción para la creación del equipo de trabajo para la administración del plan de reducción de la contaminación

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
2. Solicitar al personal indicado su colaboración para formar parte del comité	Dirección de la Escuela	24-Ene-05	26-Ene-05
3. Coordinar y delegar las funciones en los miembros del comité	Dirección de la Escuela	27-Ene-05	31-Ene-05

Cuadro 6. 3 Plan de acción para la definición de la política, la misión y visión ambientales de la Escuela de Química

Objetivo: Definición de una Política Ambiental General para la Escuela
Meta: Redactar una política que englobe el sentir y proceder de la Escuela de Química entorno a los esfuerzos de reducción y manejo de los desechos generados

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Definición de los valores y principios ambientales de la Escuela	Dirección de la Escuela y equipo de trabajo	10-Ene-05	13-Ene-05
2. Redacción de una política coherente con los valores y principios ambientales de la Escuela	Dirección de la Escuela y equipo de trabajo	13-Ene-05	14-Ene-05
3. Redacción de una misión y una visión que identifiquen la posición de la Escuela y sus objetivos generales	Dirección de la Escuela y equipo de trabajo	13-Ene-05	14-Ene-05
4. Divulgación de la política, misión y visión al personal de la Escuela	Dirección de la Escuela y equipo de trabajo	17-Ene-05	21-Ene-05

Capítulo 6: Plan para la reducción de los desechos para la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica

B. Capacitación

Cuadro 6. 4 Plan de acción para la coordinación de los cursos de capacitación al personal y el estudiantado

Objetivo: Iniciar los cursos de capacitación para el personal y el estudiantado		Meta: Lograr un 85% de éxito en la evaluación final de conocimientos adquiridos durante las capacitaciones		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Búsqueda de un profesional capacitado para que imparta los cursos	Coordinador de cada sección	31-Ene-05	4-Feb-05	
2. Definición de los temas de interés a tratar según a quien se dirige la capacitación	Coordinador de cada sección	10-Feb-05	13-Feb-05	
3. Definir la duración, metodología y tipo de evaluación en cada curso	Coordinador de cada sección	31-Ene-05	4-Feb-05	
4. Definir el tiempo y recursos disponibles.	Coordinador de cada sección	31-Ene-05	4-Feb-05	
5. Fijar las fechas de inicio y finalización de cada capacitación y el sitio en que se impartirá	Coordinador de cada sección	10-Feb-05	13-Feb-05	
6. Divulgación de las condiciones, sitios y horas en que se impartirán los cursos de capacitación para personal y estudiantado	Coordinador de cada sección	17-Feb-05	28-Feb-05	

Cuadro 6. 5 Plan de acción para la confección del material escrito para las capacitaciones

Objetivo: Confeccionar material escrito para entregar a los participantes de las capacitaciones		Meta: Entregar a la totalidad de los participantes un documento formal sobre los puntos principales de la capacitación		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Recopilación de la información y edición de la misma	Profesional que impartirá el curso	10-Feb-05	14-Feb-05	
2. Coordinar impresión del material en conjunto con la editorial de la U.C.R	Coordinador de cada sección	17-Feb-05	28-Feb-05	

3. Entrega del material	Quien imparte el curso	7- Mar-05	11-Mar-05
-------------------------	------------------------	-----------	-----------

Cuadro 6. 6 Plan de acción para destinación de 15 minutos semanales a la formación ambiental

Objetivo: Destinar 15 minutos semanales en los cursos de laboratorio para discutir temas de manejo de los desechos y responsabilidad ambiental
Meta: Lograr la adopción de ésta práctica en al menos 90% de los cursos de laboratorio

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Divulgar la determinación de la Escuela para la adopción de la medida	Dirección de la Escuela	7-Feb-05	11-Feb-05
2. Preparación de los temas a tratar según las prácticas semanales	Profesores de cada curso	14-Feb-05	28-Feb-05

Cuadro 6. 7 Plan de acción para la inclusión en las prácticas de laboratorio secciones sobre el manejo de los desechos

Objetivo: Iniciar la revisión de las prácticas de laboratorio incluyendo en ellas una sección sobre el manejo de los desechos generados
Meta: Efectuar la revisión de al menos el 50% de la prácticas

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar el inicio de las revisiones	Coordinares de laboratorios	Feb-05	Mar-05
2. Llevar a cabo las revisiones y generar la información sobre el manejo de desechos	Coordinadores de laboratorio	Mar-05	Dic-05
3. Digitalizar y editar cada práctica para incluir la sección sobre el manejo de los desechos	Estudiantes becados o secretaria de las secciones	Abr-05	Ene-06

C. Desechos peligrosos

Cuadro 6. 8 Plan de acción para digitalización de inventarios

Objetivo: Iniciar la digitalización de los inventarios por secciones
Meta: Digitalizar el 90% de los inventarios de las secciones en que se divide la Escuela

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar el programa	Encargado de	21- Feb-05	25-Feb-05

de digitalización de inventarios	proveeduría y coordinadores de laboratorios		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
2. Digitalizar los inventarios de reactivos	Asistentes de laboratorios	Feb-05	Dic-05

Cuadro 6. 9 Plan de acción para iniciar la confección de una red intersecciones para el control de reactivos, residuos y desechos de las secciones

Objetivo: Diseñar una red intersecciones para la reutilización de los residuos químicos de una como materias primas de otras	Meta: Completar en un 50% la confección de un compendio de los requerimientos, los residuos y los desechos de cada sección		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar el registro de los reactivos, residuos y desechos que tiene cada sección	Coordinador de sección	21-Feb-05	28-Feb-05
2. Mantener el record de los reactivos, residuos y desechos de cada sección	Asistentes de laboratorio	Mar-05	Dic-05

Cuadro 6. 10 Plan de acción para la recuperación de éter etílico

Objetivo: Iniciar la destilación de éter etílico para su recuperación	Meta: Recuperar el 75% del éter etílico recolectado		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Gestionar el equipo y definir el sitio en que se efectuará la destilación	Encargado de la proveeduría	Oct-05	Oct-05
2. Efectuar la destilación	Personal de la proveeduría	Nov-05	Nov-05

D. Desechos ordinarios

Cuadro 6. 11 Plan de acción para la promoción de la campaña de recolección y clasificación de desechos ordinarios

Objetivo: Promover la clasificación de los desechos ordinarios que se generan	Meta: Colocar recipientes colectores y afiches que informen y motiven a las personas a contribuir con el programa		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Gestionar la adquisición, colocación y modificación	Dirección de la Escuela y	Ene-05	Ene-05

de los recipientes para la recolección de desechos ordinarios	Personal administrativo		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
2. Diseñar y coordinar la impresión y colocación de afiches informativo en la Escuela	Dirección de la Escuela y Personal administrativo	Feb-05	Feb-05

Cuadro 6. 12 Plan de acción para el impulso de la campaña de reciclaje de papel

Objetivo: Impulsar la campaña de recolección de papel para reciclaje existente en la Escuela de Química
Meta: Disminuir en un 50% la cantidad de papel que es desechado en los basureros de la Escuela

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar la recolección periódica del material	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05
2. Monitorear la cantidad de papel que se elimina en los basureros	Personal de limpieza y mantenimiento	Feb-05	Dic-05

Cuadro 6. 13 Plan de acción para el impulso de la campaña de recolección de desechos biodegradables

Objetivo: Instaurar una campaña de acopio de desechos biodegradables
Meta: Recolectar el 50% de los desechos alimentarios biodegradables que actualmente se desechan en los basureros de la Escuela

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar el transporte del material hasta la Estación experimental Alfredo Volio Mata	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05
2. Monitorear la cantidad de desechos biodegradables que se elimina en los basureros	Personal de limpieza y mantenimiento	Feb-05	Dic-05

Cuadro 6. 14 Plan de acción para el impulso de la campaña de reciclaje de PET

Objetivo: Iniciar una campaña de recolección de envases plásticos PET para su envío a reciclaje		Meta: Reunir el 50% de los envases PET que actualmente se desechan en los basureros de la Escuela de Química	
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar la recolección periódica del material	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05
2. Coordinar la clasificación de las botellas recolectadas por marca y color para su entrega	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05
3. Monitorear la cantidad de PET que se elimina en los basureros	Personal de limpieza y mantenimiento	Feb-05	Dic-05

Cuadro 6. 15 Plan de acción para el impulso de la campaña de reciclaje de latas de aluminio

Objetivo: Efectuar la recolección de latas de aluminio para enviarlas a centros de acopio y reciclaje		Meta: Recabar el 50% del aluminio que actualmente se desechan en los basureros de la Escuela	
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar la recolección periódica del material	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05
2. Monitorear la cantidad de latas de aluminio que se elimina en los basureros	Personal de limpieza y mantenimiento	Feb-05	Dic-05

E. Infraestructura

Cuadro 6. 16 Plan de acción para la evaluación del proyecto de separación e tuberías para aguas negras y servidas

Objetivo: Iniciar el proyecto de evaluación y separación de las tuberías de descarga de las aguas servidas y las aguas negras		Meta: Elaborar el diagnóstico de la situación actual y el anteproyecto para la corrección de los problemas detectados	
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Coordinar con el OEPI y las Escuelas de Ingeniería Civil y Arquitectura la evaluación del proyecto	Dirección de la Escuela	Feb-05	Dic-05

F. Emisiones al aire

Cuadro 6. 17 Plan de acción para el análisis del nivel de contaminación del aire en los laboratorios

Objetivo: Análisis del nivel de contaminación del aire que se desecha al ambiente a través de los extractores en cada laboratorio		Meta: Publicación de la inquietud de efectuar el análisis, recepción y evaluación de ofertas		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Coordinar con el CICA para planificar el proyecto	Dirección de la Escuela	Feb-05	Dic-05	

G. Sistemas de Registro e Información

Cuadro 6. 18 Plan de acción para la creación de un archivo para registrar los avances y las limitaciones encontrados en la implementación del plan

Objetivo: Crear un archivo para el registro de avances y limitaciones encontradas en la puesta en la implementación del plan		Meta: Mantener actualizado y estandarizar el proceso de registro de avances para el mejoramiento continuo del plan para la reducción de la contaminación		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Diseñar un formulario para el registro de los avances, limitaciones y situaciones especiales enfrentadas	Asistente administrativo	Feb-05	Dic-05	
2. Recopilación de los informes de las actividades efectuadas para archivar	Asistente administrativo	Nov-05	Dic-05	

Cuadro 6. 19 Plan de acción para la creación de un canal de comunicación

Objetivo: Abrir un canal de comunicación para publicar necesidades, avances y dificultades		Meta: Mantener comunicación constante para procurar el éxito del plan		
Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización	
1. Crear un boletín interno que circule vía Internet donde se publiquen los avances, y necesidades que se enfrentan durante la implantación del plan	Dirección de la Escuela y la secretaría	Feb-05	Dic-05	

H. Auditoría y mejora continua

Cuadro 6. 20 Plan de acción para el proceso de auditoría y mejora continua

Acción	Responsable	Fecha de inicio	Fecha finalización
1. Efectuar un análisis al final del periodo de los avances y resultados de las medidas ejecutadas	Comité administrador del plan	Nov-05	Nov-05
2. Redactar un plan nuevo para el periodo siguiente	Comité administrador del plan	Dic-05	Dic-05

6. 2 Detalle de la información económica

Un proyecto de ésta naturaleza, requiere no sólo del apoyo y trabajo del personal y el estudiantado, requiere además de un impulso económico, que para algunas de las medidas se convierte sólo en un aporte inicial que se compensará en poco tiempo, por los beneficios asociados a la disminución de la contaminación. A continuación se presenta la manera en que se estimó la información económica para las opciones propuestas que comprenden egresos (inversión), ingresos o ahorro de dinero (Beneficio económico).

A. Egresos

La primera opción que comprende una inversión adicional a los gastos normales de la Escuela es la de confeccionar el material escrito para entregar a los participantes en los cursos de capacitación.

El gasto principal por este rubro, se deriva de la impresión de los folletos, que inicialmente se les pueden suministrar a los asistentes de laboratorio y confeccionar algunos ejemplares para guardar en la Escuela y facilitar al estudiantado para que creen una copia para ellos, práctica común en la mayor parte de los cursos de la universidad.

La colocación de recipientes colectores para el programa de clasificación de los

desechos ordinarios también requiere de inyección de capital, en conjunto con la colocación de afiches informativos, de promoción e identificación de la campaña.

El programa de acopio y entrega de los desechos alimentarios biodegradables a la Estación experimental Alfredo Volio Mata, requiere de una inversión para transportar el material recolectado hasta las instalaciones de la estación en Ochomogo de Cartago, esto constituye el tercer egreso asociado a las opciones planteadas.

Cuadro 6. 21 Estimación de los costos de implementación del plan

Concepto	Cantidad en base anual	Precio unitario ₡	Precio Total ₡	Fuente de la información de precio
Impresión documentos	20 unidades	400	8 000	Valor promedio de consulta telefónica a Industria papelería Giova y Artplast S.A.
Recipientes colectores	11 unidades	4 500	49 500	Valor promedio de consulta telefónica a Depósito Mario Peña S.A., Compañía Mejía
Afiches promocionales	8 unidades	800	6 400	Valor promedio de consulta telefónica a Industria papelería Giova y Artplast S.A.
Transporte de materiales	682,34 kg	6	4 094	Valor promedio de consulta telefónica a WPP Continental de Costa Rica
Total Inversión			₡ 67 994	

Como se observa de los cuadros de egresos presentados, los gastos debidos a la confección de afiches, colocación de recipientes colectores y preparación de material de apoyo para las capacitaciones, son inversiones que no requerirá repetirse pronto, pero

que sí deben tomarse en cuenta para el primer año. Por su parte el costo de transporte se repetirá año a año.

La inversión total para este primer año, es entonces de ₡67 994.

B. Ingresos

La primera opción que generará ingresos adicionales es la campaña de acopio y clasificación de desechos ordinarios a través de la entrega de materiales reciclables.

Cuadro 6. 22 Estimación de los ingresos debido a la campaña de acopio y clasificación de los desechos ordinarios

Concepto	Cantidad en base anual	Precio unitario ₡	Precio Total ₡	Fuente de la información de precio
Venta de papel	1128 kg	25	28 212	Precio que paga el actual recolector de papel, en el convenio con la universidad
Venta de PET	420 kg	100	42 093	Precio promedio que pagan los programas de reciclaje de La Florida y el de la Coca Cola por la entrega de botellas de sus marcas
Venta de Aluminio	64,8 kg	320	20 736	Precio que paga el programas de reciclaje de La Florida por la entrega de latas de aluminio de cualquier marca
Total Ingresos			₡ 91 041	

Los ingresos máximos alcanzables al cumplir a cabalidad las metas del plan ascienden a ₡91 041.

C. Ahorro

La opción de destilar el éter etílico responde a la mejor utilización de los recursos disponibles y si bien es cierto no aporta una cifra económica, evita la compra de una cantidad considerable del disolvente (63L), de esta manera, producirá un ahorro.

Otra opción que evitará un gasto de transporte y manejo de los desechos, que se envían al relleno sanitario de Río Azul es la de acopio y clasificación de los desechos ordinarios.

Cuadro 6. 23 Estimación del ahorro máximo alcanzable con el cumplimiento de las metas planteadas en el plan

Concepto	Cantidad en base anual	Precio unitario ¢	Precio Total ¢	Fuente de la información de precio
Transporte de desechos ordinarios al relleno sanitario	1 614,24 kg	6	9 685	Valor promedio de consulta telefónica a WPP Continental de Costa Rica
Manejo de desechos en el relleno sanitario	1 614,24 kg	3,64	5 875	Información suministrada por la oficina de servicios generales
Total Ahorro			¢ 15 561	

Finalmente, el ahorro total estimado de acuerdo a las metas planteadas en el plan es de ¢15 561.

De ésta manera, el beneficio económico total esperado es de ¢106 602 frente a la inversión total de ¢67 994, que permite un balance positivo de ¢38,608 a favor de la Escuela.

Capítulo 7

Conclusiones y recomendaciones

Del proceso de diagnóstico se concluye:

1. En la Escuela de Química el uso de sustancias peligrosas se encuentra controlado, pues la relación peligrosidad frente a cantidad utilizada, describe una trayectoria lineal según el análisis tipo ABC efectuado para todas las secciones.
2. La ausencia de un programa formal de reducción de la contaminación, aísla los esfuerzos que realizan las diferentes secciones y limita su efectividad.
3. Las prácticas para el manejo de desechos peligrosos especiales se encuentran centralizadas en la Proveduría.
4. Los esfuerzos de reducción de la contaminación de las secciones, se encaminan a la aplicación de técnicas básicas de pretratamiento y disposición de desechos químicos comunes:
 - a. Se neutralizan los ácidos y las bases.
 - b. Se convierten a sales los agentes reductores y oxidantes.
 - c. Se vierten los disolventes orgánicos volátiles en recipientes con diatomita.
5. Un 74,25% de los desechos ordinarios que actualmente se envían al relleno sanitario, podría aprovecharse.
6. La Escuela de Química posee un programa de acopio de papel para reciclaje.
7. Existe la necesidad de separar las tuberías de descarga de aguas servidas y las aguas negras.
8. Se requiere un análisis profundo de las emisiones descargadas al aire, que comprenda la capacitación y especialización en técnicas de muestreo, análisis y preparación de patrones del personal encargado para generar resultados

significativos.

9. Existe la necesidad de capacitación en temas de manejo de los desechos.
10. La Escuela de Química cuenta con el personal docente calificado para brindar cursos de capacitación, recurso que disminuye los gastos para la implantación de esa práctica.
11. La Escuela de Química posee las características necesarias para la implantación de un programa de reducción de la contaminación, pues existe la disposición y el compromiso por parte de la Dirección para hacer el trabajo en armonía con el ambiente.

Recomendaciones derivadas del análisis:

1. Se recomienda, la formación de un comité encabezado por la Dirección de la Escuela, para la administración de un programa de reducción de la contaminación.
2. Se sugiere implantar cuanto antes el plan de reducción de la contaminación desarrollado mediante este proyecto, adoptando medidas para:
 - a. Impartir cursos de capacitación para el estudiantado y el personal de limpieza y asistencia en los laboratorios sobre temas de clasificación, reuso, recuperación, reciclaje y adecuada disposición de los desechos.
 - b. Creación de material escrito para reforzar los esfuerzos de capacitación.
 - c. Impulso de la campaña de acopio y clasificación de los materiales aprovechables (principalmente papel, aluminio, PET y desechos biodegradables).
 - d. Incluir dentro de los manuales para cada práctica de laboratorio, una sección que indique cómo efectuar el manejo de los desechos generados.
 - e. Iniciar el estudio para la separación de las tuberías de descarga de aguas negras y aguas servidas.

- f. Coordinar, la realización de un estudio a fondo previa capacitación y especialización de personal para evaluar la calidad de las emisiones al aire provenientes de los laboratorios.
 - g. Recuperar éter etílico mediante destilación.
 - h. Creación de bases de datos e inventarios digitales para conformar una red intersecciones que permita el aprovechamiento de residuos y desechos generados.
 - i. Abrir canales de comunicación internos para divulgar la política, misión, visión, alcances, avances y limitaciones enfrentados en el tema ambiental.
 - j. Colocar afiches informativos, para transmitir externamente la política, misión, visión, alcances, avances y limitaciones enfrentados en el tema ambiental.
 - k. Efectuar una auditoría anual para replantear los objetivos y analizar el desempeño de las medidas tomadas durante el periodo, cerrando así el ciclo de mejora continua.
3. Para la implantación del plan propuesto, se requiere de una inversión de 67 994 colones durante el primer año.
4. El beneficio económico máximo alcanzable durante el primer año, mediante la implantación exitosa del plan propuesto es de 106 602 colones proveniente de ingresos por la venta del 50% del material aprovechable (91 041 colones) y del ahorro en compra de éter, manejo y traslado de desechos hacia el relleno sanitario (15 561 colones).

Capítulo 8

Bibliografía

1. _____. *Constitución política de la República de Costa Rica*. Mc.Graw Hill, Mexico. (2002)
2. _____. *Contaminación*. Enciclopedia Encarta. Microsoft Corporation, U.S.A. (2001)
3. _____. *Guides to Pollution Prevention: Research and Educational Institutions*. EPA, U.S.A. (1990)
4. _____. *Introduction to Pollution Prevention: Training Manual*. EPA, U.S.A., July (1995)
5. _____. *Ley general de salud*. Ministerio de salud. Costa Rica. (1973)
6. _____. *Ley orgánica del ambiente*. Asamblea Legislativa. Costa Rica. (1995)
7. _____. *Manejo adecuado de los desechos sólidos en industrias*. UNED, Costa Rica. (1996)
8. _____. *Reglamento de reuso y vertido de aguas residuales*. MINAE, Costa Rica (1997)
9. _____. *Reglamento general para el otorgamiento de permisos de funcionamiento por parte del ministerio de salud*. Ministerio de Salud. Costa Rica. (2002)
10. _____. *Sistemas de gestión ambiental – directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo*. INTECO, Costa Rica. (1998)
11. Alfaro, A. *Manejo de desechos en la proveeduría de la Escuela de Química*. Comunicación oral. (2004)
12. Bravo, O. *Historia de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica*. Comunicación oral. (2004)
13. Bernstein, J.D. *Planteamientos alternos para el control de la contaminación y el manejo de los desechos: instrumentos regulatorios y económicos*. Banco Mundial. Washington D.C. (1992)
14. Bishop, P.L. *Pollution Prevention*. 1ª ed. Mc. Graw Hill, U.S.A. (2000)
15. Braganza, B. *Compliance Assurance and Enforcement*. (2004) Tomado de la página electrónica <http://www.epa.gov/earth1r6/6en/xp/enxp2d.htm>

16. Doerr, W.W. Use *Guidewords to Identify Pollution Prevention Opportunities*. Chem. Eng. Prog. Aug. (1996)
17. Freeman, H. M. *Hazardous Waste Minimization*. 1ª ed. Mc. Graw Hill, U.S.A. (1990)
18. Freeman, H. M. *Manual de prevención de la contaminación industrial*. 1ª ed. Mc. Graw Hill, México (1998)
19. Furr, A.K. *CRC Handbook of Laboratory Safety*. 3ª ed. CRC Press Inc, Florida. (1991)
20. Lunn, S. *Destruction of Hazardous Chemicals in the Lab*. 2ª ed. Wiley Song, EEUU. (1994)
21. Mata, E.R. *Guía para el almacenamiento de reactivos y eliminación de desechos de los laboratorios de la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica*. Proyecto de Graduación para el grado de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica, San José. (1996)
22. Overmire, T.G. *Biología*. 1ª ed. Limusa S.A., México D.F. (1992)
23. Reagan, S. Pollution Prevention Overview. (2004) Tomado de la página electrónica <http://sid.harvard.edu:8765/query.html?rq=0qt=polution+prevention+program>
24. Rivera, E. *Técnicas para la evaluación del riesgo*. Exposición I Simposio de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. (2003)

Apéndice

Apéndice B

Información recabada para la confección de los diagramas ABC (tomada de los archivos de la proveeduría y las hojas de seguridad de los materiales)

Sección Química Analítica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Azul de bromotimol	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000
Indicador violeta de metilo	0,000	0,000	0,000	5	0,001	0,000	0,000
Rojo de metilo en etanol	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
Fosfato ácido de potasio	0,001	0,001	0,001	1	0,001	0,000	0,000
Yodo	0,001	0,001	0,002	4	0,005	0,001	0,001
Nitrato de hierro II	0,002	0,001	0,003	2	0,004	0,001	0,002
Nitrato de bismuto	0,003	0,002	0,005	2	0,005	0,001	0,004
Difenilamino sulfonato sódico	0,003	0,002	0,007	3	0,010	0,002	0,006
1,10 fenantrolina	0,004	0,002	0,009	3	0,011	0,002	0,008
Tiosulfato de sodio	0,004	0,002	0,011	1	0,004	0,001	0,009
Trióxido de arsénico	0,005	0,003	0,014	3	0,015	0,003	0,012
Fenoftaleína	0,006	0,003	0,018	2	0,011	0,002	0,014
Cloruro de cadmio	0,006	0,004	0,021	4	0,024	0,005	0,019
Cloruro de hierro III	0,007	0,005	0,026	2	0,015	0,003	0,023
Cloruro de plomo II	0,009	0,005	0,031	3	0,026	0,005	0,028
Dimetilglioxima	0,010	0,006	0,037	2	0,020	0,004	0,032
Metavanadato de amonio	0,011	0,007	0,044	3	0,032	0,007	0,039
Sulfuro de sodio	0,013	0,008	0,052	3	0,038	0,008	0,047
Sulfito de sodio	0,013	0,008	0,060	1	0,013	0,003	0,050
Hexacianoferrato II de potasio	0,017	0,010	0,070	5	0,085	0,018	0,068
o-fenantrolina	0,019	0,012	0,082	3	0,057	0,012	0,080
1-naftiletildiamina	0,020	0,012	0,094	3	0,060	0,013	0,093
Ácido salicílico	0,020	0,012	0,106	1	0,020	0,004	0,097
Bismuto III	0,020	0,012	0,119	2	0,040	0,009	0,106
Cloruro de hidracina	0,020	0,012	0,131	6	0,120	0,026	0,132
Óxido de calcio	0,020	0,012	0,143	2	0,040	0,009	0,140
Cloruro de litio	0,021	0,013	0,156	2	0,041	0,009	0,149
Bario II	0,021	0,013	0,169	3	0,063	0,013	0,162
Estroncio II	0,022	0,014	0,182	3	0,066	0,014	0,177
Acetato de plata	0,023	0,014	0,196	1	0,023	0,005	0,181
Plata	0,025	0,015	0,211	4	0,100	0,021	0,203
Colesterol	0,025	0,015	0,227	2	0,050	0,011	0,213
Nitrato de plomo II	0,025	0,015	0,242	4	0,100	0,021	0,235
Borato de sodio	0,026	0,016	0,258	1	0,026	0,006	0,240
Antimonio III	0,028	0,017	0,275	6	0,168	0,036	0,276
Estaño II	0,033	0,020	0,295	3	0,098	0,021	0,297
Sodio	0,033	0,020	0,316	8	0,266	0,057	0,354
Plomo II	0,033	0,021	0,336	8	0,267	0,057	0,411
Potasio	0,040	0,024	0,361	4	0,158	0,034	0,445

Sección Química Analítica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Zinc II	0,041	0,025	0,386	3	0,123	0,026	0,471
Hierro III	0,044	0,027	0,413	5	0,220	0,047	0,518
Nitrobenceno	0,048	0,030	0,443	6	0,290	0,062	0,580
Fosfato diácido de sodio	0,049	0,030	0,473	1	0,049	0,010	0,591
Ácido tricloroacético	0,050	0,031	0,503	3	0,150	0,032	0,623
Cloruro de hidroxilamina	0,050	0,031	0,534	5	0,250	0,053	0,676
Selenio IV	0,053	0,032	0,566	2	0,105	0,022	0,699
Glucosa	0,053	0,033	0,599	0	0,000	0,000	0,699
Cadmio II	0,055	0,034	0,633	3	0,165	0,035	0,734
Cloruro de calcio	0,055	0,034	0,667	2	0,110	0,024	0,758
Selenito de sodio	0,055	0,034	0,700	3	0,165	0,035	0,793
Mercurio II	0,059	0,036	0,737	3	0,177	0,038	0,831
Tioacetamida	0,064	0,039	0,776	3	0,191	0,041	0,872
Manganeso II	0,069	0,042	0,818	3	0,206	0,044	0,916
Sulfato de cobre II	0,073	0,045	0,863	2	0,145	0,031	0,947
Cobre II	0,073	0,045	0,908	2	0,147	0,031	0,978
Niquel II	0,074	0,046	0,954	3	0,223	0,048	1,026
Nitrato de amonio	0,086	0,053	1,007	3	0,259	0,055	1,081
Acetato de etilo	0,090	0,055	1,062	4	0,358	0,077	1,158
Cromo III	0,093	0,057	1,119	4	0,371	0,079	1,237
Calcio II	0,096	0,059	1,177	6	0,573	0,123	1,360
Magnesio II	0,096	0,059	1,236	3	0,288	0,062	1,422
Ác. Fosfórico	0,097	0,060	1,296	3	0,291	0,062	1,484
Ácido tartárico	0,100	0,061	1,357	1	0,100	0,021	1,505
Sulfato de magnesio	0,100	0,061	1,419	2	0,200	0,043	1,548
Urea	0,100	0,061	1,480	1	0,100	0,021	1,569
Nitrato de niquel	0,103	0,063	1,543	1	0,103	0,022	1,591
Cromato de potasio	0,109	0,067	1,610	4	0,436	0,093	1,685
Aluminio III	0,125	0,077	1,687	5	0,625	0,134	1,818
Yodato de potasio	0,150	0,092	1,780	2	0,300	0,064	1,882
1- butanol	0,167	0,103	1,882	4	0,670	0,143	2,026
Cloruro de Bario	0,183	0,113	1,995	3	0,549	0,117	2,143
Hierro II	0,187	0,115	2,110	4	0,746	0,160	2,303
Eriromonegro T	0,200	0,123	2,233	1	0,200	0,043	2,346
Monoclorhidrato de L- cisteína	0,200	0,123	2,356	1	0,200	0,043	2,388
Tartrato de sodio	0,200	0,123	2,479	0	0,000	0,000	2,388
Formaldehído	0,204	0,125	2,604	5	1,019	0,218	2,606
o-toludina	0,220	0,135	2,739	5	1,099	0,235	2,841
Yoduro de mercurio II	0,250	0,154	2,893	3	0,750	0,160	3,002
Nitrato de mercurio	0,279	0,172	3,064	4	1,117	0,239	3,241
Cloruro de amonio	0,289	0,178	3,242	2	0,579	0,124	3,365
Piridina	0,295	0,181	3,423	2	0,589	0,126	3,491

Sección Química Analítica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Oxalato de amonio	0,302	0,186	3,609	5	1,512	0,323	3,814
Permanganato de potasio	0,348	0,214	3,823	1	0,348	0,074	3,889
Nitrato de plata	0,366	0,225	4,048	4	1,462	0,313	4,201
Ácido bórico	0,367	0,226	4,274	1	0,367	0,079	4,280
Clorhidrato de hidroxilamina	0,443	0,272	4,546	5	2,215	0,474	4,754
Anhídrido acético	0,463	0,285	4,831	6	2,777	0,594	5,348
Cloruro de mercurio II	0,488	0,300	5,131	3	1,464	0,313	5,661
Lactosa en polvo (beta)	0,495	0,304	5,435	1	0,495	0,106	5,767
Nitrito de sodio	0,500	0,307	5,742	3	1,500	0,321	6,088
Cloruro de potasio	0,506	0,311	6,053	1	0,506	0,108	6,196
Sulfato de hierro II	0,507	0,312	6,365	1	0,507	0,108	6,304
Sulfato de zinc	0,507	0,312	6,677	1	0,507	0,108	6,413
Cloruro de estaño II	0,616	0,379	7,055	1	0,616	0,132	6,545
Disulfuro de carbono	0,631	0,388	7,443	7	4,414	0,944	7,489
Peróxido de hidrógeno	0,719	0,442	7,885	3	2,157	0,461	7,950
Ác. Clorhídrico	0,729	0,448	8,333	4	2,916	0,624	8,574
Cloroformo anhidro	0,745	0,458	8,791	2	1,489	0,319	8,892
Isopropanol	0,781	0,480	9,271	5	3,905	0,835	9,728
Mezcla carbonato de cobre- Hidróxido de cobre	0,817	0,502	9,773	2	1,633	0,349	10,077
Nitrato de calcio	0,820	0,504	10,277	4	3,280	0,702	10,779
Nitrato de potasio	0,821	0,504	10,782	1	0,821	0,176	10,954
Fosfato ácido de sodio	1,000	0,615	11,397	1	1,000	0,214	11,168
Tiocianato de potasio	1,000	0,615	12,011	3	3,000	0,642	11,810
Tiocianato de sodio	1,000	0,615	12,626	4	4,000	0,856	12,666
Carbonato de potasio	1,010	0,621	13,247	2	2,020	0,432	13,098
Carbonato de calcio	1,051	0,646	13,893	0	0,000	0,000	13,098
Sulfato de sodio	1,151	0,707	14,600	1	1,151	0,246	13,344
Dicromato de potasio	1,162	0,714	15,315	5	5,810	1,243	14,587
Tiocianato de potasio	1,515	0,931	16,246	3	4,545	0,972	15,559
Metanol	1,570	0,965	17,211	4	6,280	1,343	16,902
Ác. Nítrico	1,601	0,984	18,196	5	8,004	1,712	18,615
Sulfato de potasio	1,644	1,011	19,206	1	1,644	0,352	18,966
Éter etílico	1,768	1,087	20,293	7	12,373	2,647	21,613
Glicerina	1,890	1,162	21,455	2	3,780	0,809	22,422
Amoniaco	1,903	1,170	22,625	4	7,613	1,629	24,050
Ftalato ácido de potasio	2,000	1,230	23,855	2	4,000	0,856	24,906
Sulfato de hierro y amonio	2,015	1,239	25,093	2	4,030	0,862	25,768
Carbonato de sodio	2,023	1,244	26,337	2	4,046	0,866	26,634
Acetato de sodio	2,033	1,250	27,587	2	4,066	0,870	27,503
Cloruro de sodio	2,091	1,286	28,873	1	2,091	0,447	27,951
EDTA	2,162	1,329	30,202	1	2,162	0,463	28,413
Tiocianato de amonio	2,637	1,621	31,823	4	10,548	2,256	30,670

Sección Química Analítica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Benceno anhidro	2,998	1,843	33,666	5	14,988	3,206	33,876
Etanol	3,673	2,258	35,924	5	18,363	3,928	37,804
Hidróxido de potasio	4,130	2,539	38,463	3	12,389	2,650	40,454
Ácido sulfúrico	4,228	2,599	41,062	5	21,141	4,522	44,976
Bisulfito de sodio	5,000	3,074	44,136	2	10,000	2,139	47,116
Yoduro de potasio	5,021	3,087	47,223	1	5,021	1,074	48,190
Ácido Acético	12,592	7,741	54,965	6	75,552	16,162	64,352
Acetona	13,720	8,435	63,400	4	54,880	11,740	76,092
Hidróxido de sodio	17,410	10,704	74,103	4	69,640	14,897	90,989
Bicarbonato de sodio	42,123	25,897	100,000	1	42,123	9,011	100,000
TOTALES	162,657	100,000			467,466	100,000	

Sección de Fisicoquímica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Fenantrolina	0,001	0,005	0,005	3	0,003	0,004	0,004
Acetona	0,020	0,093	0,098	4	0,078	0,099	0,102
Metil-etil-cetona	0,020	0,095	0,192	6	0,120	0,151	0,253
Xileno	0,022	0,102	0,294	5	0,108	0,135	0,389
Tolueno	0,022	0,102	0,396	5	0,108	0,136	0,524
Clorohidrato de hidroxilamina	0,150	0,711	1,107	5	0,750	0,944	1,468
Bicarbonato de sodio	0,454	2,151	3,258	1	0,454	0,571	2,039
Cloruro de potasio	0,500	2,369	5,627	1	0,500	0,629	2,668
Cloruro de sodio	0,500	2,369	7,996	1	0,500	0,629	3,297
Cloruro de hierro II	0,500	2,369	10,365	3	1,500	1,887	5,185
Perclorato de potasio	0,500	2,369	12,734	4	2,000	2,516	7,701
Dicromato de potasio	0,509	2,412	15,146	5	2,545	3,202	10,903
Acetato de potasio	0,511	2,421	17,567	1	0,511	0,643	11,546
Silica gel	0,600	2,843	20,410	4	2,400	3,020	14,566
Disulfuro de carbono	0,629	2,978	23,387	8	5,028	6,326	20,892
Yoduro de etilo	0,969	4,591	27,978	4	3,876	4,877	25,768
1-octanol	1,644	7,789	35,768	3	4,932	6,205	31,974
Metanol	1,963	9,298	45,066	4	7,850	9,877	41,850
Hidróxido de sodio	2,000	9,476	54,542	4	8,000	10,065	51,916
Etanol	3,132	14,839	69,381	5	15,660	19,703	71,619
Ácido clorhídrico	3,170	15,019	84,400	4	12,680	15,954	87,572
Diclorometano	3,293	15,600	100,000	3	9,878	12,428	100,000
TOTALES	21,106	100,000			79,480	100,000	

Sección de Enseñanza de la Química

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Anaranjado de metilo	0,000 2	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00
Azul de bromotimol	0,001 0	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00
Nitrato de sodio	0,002 5	0,00	0,00	2	0,01	0,00	0,00
Albúmina	0,003 0	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00
Sacarosa	0,003 0	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00
1,10 fenantrolina	0,004 0	0,00	0,00	3	0,01	0,00	0,00
Agua de bromo	0,004 7	0,00	0,01	3	0,01	0,00	0,00
Rojo de metilo	0,005 0	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,00
Perclorato de potasio	0,005 0	0,00	0,01	5	0,03	0,00	0,01
Nitrato de cobre II	0,007 2	0,00	0,01	2	0,01	0,00	0,01
Nitrato de Bario	0,008 0	0,00	0,01	3	0,02	0,00	0,01
D-fructuosa	0,009 0	0,00	0,02	0	0,00	0,00	0,01
D-Galactosa	0,009 0	0,00	0,02	1	0,01	0,00	0,01
Fenolftaleína	0,010 0	0,00	0,02	2	0,02	0,00	0,01
Nitrato de plata	0,010 2	0,00	0,02	4	0,04	0,00	0,01
D-glucosa	0,011 9	0,00	0,03	0	0,00	0,00	0,01
Lactosa	0,018 0	0,01	0,03	1	0,02	0,00	0,01
Maltosa	0,018 0	0,01	0,04	1	0,02	0,00	0,02
Acetato de plomo	0,019 1	0,01	0,04	4	0,08	0,01	0,02
Bromuro de sodio	0,025 8	0,01	0,05	2	0,05	0,00	0,03
Ácido bromídrico	0,030 0	0,01	0,06	3	0,09	0,01	0,03
Caseína	0,030 0	0,01	0,07	1	0,03	0,00	0,04
Exacianoferrato de potasio II	0,041 1	0,01	0,08	9	0,37	0,03	0,06
Calcio	0,042 5	0,01	0,09	6	0,26	0,02	0,08
Nitrato de bario	0,053 0	0,02	0,11	3	0,16	0,01	0,10
Tiourea	0,053 0	0,02	0,12	3	0,16	0,01	0,11
Sulfato de hierro	0,062 8	0,02	0,14	1	0,06	0,00	0,11
Dimetilglioxima	0,070 0	0,02	0,16	2	0,14	0,01	0,12
Cloruro de mercurio II	0,085 1	0,02	0,19	3	0,26	0,02	0,14
Acetato de amilo	0,087 6	0,03	0,21	4	0,35	0,03	0,17
Clorato de sodio	0,100 0	0,03	0,24	2	0,20	0,02	0,19
Carbonato ácido de sodio	0,100 0	0,03	0,27	1	0,10	0,01	0,19
Ferrocianuro de potasio	0,105 6	0,03	0,30	3	0,32	0,02	0,22
Nitrato de plata	0,114 6	0,03	0,33	4	0,46	0,04	0,25
Cromato de potasio	0,124 5	0,04	0,37	5	0,62	0,05	0,30
Tiosulfato de sodio	0,128 0	0,04	0,41	1	0,13	0,01	0,31
Nitrato de plomo	0,132 6	0,04	0,44	4	0,53	0,04	0,35
Sulfato de manganeso	0,135 0	0,04	0,48	2	0,27	0,02	0,37
Tiocianato de amonio	0,152 2	0,04	0,53	4	0,61	0,05	0,42
Carbonato de calcio	0,152 3	0,04	0,57	0	0,00	0,00	0,42

Sección de Enseñanza de la Química

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Yodo	0,167 3	0,05	0,62	4	0,67	0,05	0,47
Bisulfito de sodio	0,197 6	0,06	0,68	1	0,20	0,02	0,49
Cloruro de hidroxilamina	0,200 0	0,06	0,73	5	1,00	0,08	0,56
Cloruro de sodio	0,205 0	0,06	0,79	1	0,21	0,02	0,58
Carbón	0,300 0	0,09	0,88	1	0,30	0,02	0,60
Cloruro de estaño	0,361 6	0,10	0,98	1	0,36	0,03	0,63
p-xileno	0,383 0	0,11	1,09	5	1,92	0,15	0,78
Cloruro de bismuto	0,400 0	0,12	1,21	2	0,80	0,06	0,84
Nitrato de mercurio	0,400 0	0,12	1,33	4	1,60	0,12	0,96
Tioacetamida	0,400 0	0,12	1,44	3	1,20	0,09	1,06
Dicromato de potasio	0,465 7	0,13	1,58	5	2,33	0,18	1,24
Oxalato de amonio	0,497 2	0,14	1,72	5	2,49	0,19	1,43
Carburo de calcio	0,500 0	0,14	1,86	8	4,00	0,31	1,74
Cobre	0,500 0	0,14	2,01	2	1,00	0,08	1,82
Nitrato de níquel	0,500 0	0,14	2,15	1	0,50	0,04	1,85
Sulfato de níquel	0,500 0	0,14	2,30	2	1,00	0,08	1,93
Tungstato de sodio	0,500 0	0,14	2,44	2	1,00	0,08	2,01
Cloruro de Bario	0,539 7	0,16	2,60	3	1,62	0,13	2,13
Acetato de amonio	0,579 0	0,17	2,76	2	1,16	0,09	2,22
Carbonato de amonio	0,684 7	0,20	2,96	4	2,74	0,21	2,43
Citrato de sodio	0,694 0	0,20	3,16	1	0,69	0,05	2,49
Ácido malónico	0,740 0	0,21	3,38	2	1,48	0,11	2,60
Nitrito de sodio	0,750 0	0,22	3,59	3	2,25	0,17	2,78
Óxido de calcio	0,771 5	0,22	3,82	2	1,54	0,12	2,90
Sulfato de hierro y amonio	0,778 2	0,22	4,04	1	0,78	0,06	2,96
Benceno	0,879 0	0,25	4,30	5	4,40	0,34	3,30
Ácido fosfórico	0,917 0	0,26	4,56	3	2,75	0,21	3,51
Ácido oxálico	1,000 0	0,29	4,85	4	4,00	0,31	3,82
Agar agar	1,000 0	0,29	5,14	0	0,00	0,00	3,82
Nitrato de calcio	1,000 0	0,29	5,43	4	4,00	0,31	4,13
Dicromato de amonio	1,000 0	0,29	5,72	5	5,00	0,39	4,51
Hidróxido de potasio	1,000 0	0,29	6,00	4	4,00	0,31	4,82
Óxido de manganeso	1,000 0	0,29	6,29	3	3,00	0,23	5,05
Dicromato de sodio	1,000 0	0,29	6,58	5	5,00	0,39	5,44
Sacarina sódica	1,000 0	0,29	6,87	1	1,00	0,08	5,52
Permanganato de potasio	1,004 0	0,29	7,16	1	1,00	0,08	5,59
Acetato de sodio	1,040 0	0,30	7,46	2	2,08	0,16	5,75
Peróxido de hidrógeno	1,120 0	0,32	7,79	4	4,48	0,35	6,10
Sulfato de magnesio	1,500 0	0,43	8,22	4	6,00	0,46	6,56
Almidón	1,565 0	0,45	8,67	1	1,57	0,12	6,68
Acetonitrilo	1,566 0	0,45	9,12	5	7,83	0,60	7,29
Acetato de bario	1,757 8	0,51	9,63	3	5,27	0,41	7,70

Sección de Enseñanza de la Química

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Clorato de potasio	1,8	0,52	10,15	5	9,00	0,70	8,39
Ácido benzóico	2,0	0,58	10,73	3	6,00	0,46	8,85
Fenantreno	2,0	0,58	11,31	2	4,00	0,31	9,16
Bromuro de potasio	2,0	0,58	11,88	2	4,00	0,31	9,47
Óxido de magnesio	2,0	0,58	12,46	1	2,00	0,15	9,63
o-toluidina	2,0	0,58	13,04	5	10,00	0,77	10,40
Parafina	2,0	0,58	13,62	1	2,00	0,15	10,55
Silicato de magnesio	2,0	0,58	14,20	1	2,00	0,15	10,71
Carbonato de estroncio	2,0	0,58	14,77	0	0,00	0,00	10,71
Cloruro de hierro III	2,1	0,60	15,38	2	4,18	0,32	11,03
Azufre	2,2	0,64	16,01	3	6,60	0,51	11,54
Nitrato de amonio	2,2	0,65	16,66	3	6,72	0,52	12,06
Fósforo	2,5	0,72	17,38	3	7,50	0,58	12,64
Ácido acético	2,7	0,77	18,15	6	16,00	1,24	13,88
Carbonato de sodio	2,8	0,82	18,98	2	5,70	0,44	14,32
Magnesio	2,9	0,86	19,84	3	8,94	0,69	15,01
Plomo	3,0	0,87	20,70	4	12,00	0,93	15,93
Sulfato de sodio	3,1	0,90	21,61	1	3,13	0,24	16,17
Glicerina	3,1	0,91	22,52	2	6,30	0,49	16,66
Colesterol	3,2	0,93	23,44	2	6,42	0,50	17,16
Yoduro de potasio	3,4	0,97	24,42	1	3,36	0,26	17,42
Sulfato de Bario	3,5	1,01	25,43	0	0,00	0,00	17,42
Hidróxido de calcio	3,7	1,07	26,50	3	11,16	0,86	18,28
Ácido úrico	3,8	1,09	27,60	2	7,57	0,58	18,86
Ácido fosfotúngstico	4,0	1,16	28,75	1	4,00	0,31	19,17
Nitrato de potasio	4,5	1,30	30,05	1	4,50	0,35	19,52
Hierro	4,7	1,36	31,41	5	23,51	1,82	21,34
Sulfato de zinc	4,7	1,37	32,78	1	4,75	0,37	21,70
Sulfato de cobre	5,0	1,45	34,23	2	10,02	0,77	22,48
Disulfuro de carbono	5,0	1,46	35,69	7	35,31	2,73	25,20
Dióxido de manganeso	5,5	1,59	37,27	3	16,50	1,27	26,48
Zinc	5,7	1,66	38,94	6	34,50	2,66	29,14
Éter etílico	6,0	1,74	40,67	7	42,07	3,25	32,39
Cloroformo	8,9	2,58	43,25	2	17,87	1,38	33,77
Cloruro de amonio	8,9	2,59	45,84	2	17,90	1,38	35,15
Ácido nítrico	9,8	2,83	48,67	5	49,00	3,78	38,94
Amoniaco	10,9	3,16	51,83	4	43,80	3,38	42,32
Acetona	12,5	3,62	55,46	4	50,18	3,88	46,20
Ácido clorhídrico	15,6	4,50	59,95	4	62,28	4,81	51,01
Hidróxido de sodio	17,0	4,91	64,87	4	68,00	5,25	56,26
Ácido sulfúrico	20,8	6,02	70,88	5	104,14	8,04	64,30
Tetracloruro de carbono	20,9	6,04	76,92	3	62,68	4,84	69,14

Sección de Enseñanza de la Química

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Etanol	79,9	23,08	100,00	5	399,50	30,86	100,00
TOTALES	346,16	100,00			1294,72	100	

Sección de Química Orgánica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Fenolftaleína	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00
Nitrato de mercurio	0,00	0,00	0,00	4	0,00	0,00	0,00
p-dinitrobenceno	0,00	0,00	0,00	8	0,03	0,00	0,00
Azul de metileno	0,00	0,00	0,00	2	0,01	0,00	0,00
Anaranjado de metilo	0,00	0,00	0,00	2	0,01	0,00	0,00
cis-azobenceno	0,00	0,00	0,00	2	0,01	0,00	0,00
Isobutiramida	0,01	0,00	0,01	1	0,01	0,00	0,00
B-naftol	0,01	0,00	0,01	2	0,02	0,00	0,00
Dodecanol	0,01	0,00	0,01	2	0,02	0,00	0,00
Sulfato ácido de potasio	0,01	0,00	0,01	1	0,01	0,00	0,01
Sulfato ácido de sodio	0,01	0,00	0,01	3	0,03	0,00	0,01
Citral	0,01	0,00	0,01	2	0,02	0,00	0,01
Ácido sórbico	0,01	0,00	0,02	2	0,02	0,00	0,01
Salicilato de fenilo	0,01	0,00	0,02	1	0,01	0,00	0,01
Ninhidrina	0,01	0,00	0,02	4	0,04	0,00	0,01
Feniletanol	0,01	0,00	0,02	2	0,02	0,00	0,01
Sulfato de cobre	0,01	0,00	0,02	2	0,03	0,00	0,01
4-aminoacetofenona	0,02	0,00	0,03	1	0,02	0,00	0,01
Ácido azelaico	0,02	0,00	0,03	1	0,02	0,00	0,01
Cloruro de Bismuto III	0,02	0,00	0,03	2	0,03	0,00	0,02
Sulfato de manganeso	0,02	0,00	0,04	2	0,03	0,00	0,02
Permanganato de potasio	0,02	0,00	0,04	1	0,02	0,00	0,02
Nitrato cérico	0,02	0,00	0,04	2	0,03	0,00	0,02
p-cimeno	0,02	0,00	0,05	3	0,05	0,00	0,02
Ácido ftálico	0,02	0,00	0,05	3	0,06	0,00	0,02
Benzoina	0,02	0,00	0,06	2	0,04	0,00	0,03
Carbonato de calcio	0,02	0,00	0,06	0	0,00	0,00	0,03
Dimetilformamida	0,02	0,00	0,06	4	0,09	0,00	0,03
Bromuro de litio	0,03	0,01	0,07	2	0,05	0,00	0,03
Etilobutirato	0,03	0,01	0,08	6	0,16	0,01	0,04
Cloruro de butilo	0,03	0,01	0,08	5	0,13	0,01	0,05
Hidróxido de amonio	0,03	0,01	0,09	4	0,11	0,01	0,05

Sección de Química Orgánica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Anetol	0,03	0,01	0,09	1	0,03	0,00	0,05
Ácido propiónico	0,03	0,01	0,10	5	0,15	0,01	0,06
4-clorobenzaldehído	0,03	0,01	0,10	4	0,12	0,01	0,07
4-metilacetofenona	0,03	0,01	0,11	3	0,09	0,00	0,07
Cloruro de mercurio	0,03	0,01	0,12	1	0,03	0,00	0,07
2-pentanona	0,03	0,01	0,12	4	0,13	0,01	0,08
Cloruro de bencilo	0,03	0,01	0,13	6	0,20	0,01	0,09
Anisaldehído	0,03	0,01	0,14	2	0,07	0,00	0,09
Clorobenceno	0,03	0,01	0,14	5	0,17	0,01	0,10
Salicilato de metilo	0,04	0,01	0,15	2	0,07	0,00	0,10
Acetato de plomo	0,04	0,01	0,16	4	0,16	0,01	0,11
Nitroprusiato de sodio	0,04	0,01	0,17	3	0,12	0,01	0,12
Fluoruro de sodio	0,04	0,01	0,18	3	0,12	0,01	0,12
Acetato de bencilo	0,04	0,01	0,18	2	0,08	0,00	0,12
Benzoato de bencilo	0,04	0,01	0,19	2	0,09	0,00	0,13
Crotonato de etilo	0,05	0,01	0,20	5	0,23	0,01	0,14
Metacrilato metilo	0,05	0,01	0,21	7	0,33	0,02	0,16
Ácido trimetilacético	0,05	0,01	0,22	5	0,25	0,01	0,17
Bromuro de amonio	0,05	0,01	0,23	2	0,10	0,00	0,17
Cloruro de amonio	0,05	0,01	0,24	2	0,10	0,00	0,18
Diciclohexilcarbodimida	0,05	0,01	0,25	4	0,20	0,01	0,19
Sulfato de hierro II	0,05	0,01	0,26	1	0,05	0,00	0,19
Cinamaldehído	0,05	0,01	0,27	4	0,21	0,01	0,20
2,4 DNP	0,07	0,01	0,29	5	0,34	0,02	0,21
Bromuro de potasio	0,07	0,01	0,30	2	0,14	0,01	0,22
Butiraldehído	0,08	0,02	0,32	6	0,48	0,02	0,24
2-butanona	0,08	0,02	0,34	6	0,48	0,02	0,27
Butanol	0,08	0,02	0,35	4	0,32	0,02	0,28
3-pentanol	0,08	0,02	0,37	4	0,33	0,02	0,30
Limoneno	0,08	0,02	0,39	4	0,34	0,02	0,31
Bromato de potasio	0,09	0,02	0,40	2	0,17	0,01	0,32
Acrilato butilo	0,09	0,02	0,42	6	0,53	0,03	0,35
Mentona	0,09	0,02	0,44	2	0,18	0,01	0,35
Yodo	0,10	0,02	0,46	4	0,40	0,02	0,37
Cloruro de hierro III	0,10	0,02	0,48	2	0,20	0,01	0,38
Ácido difenil acético	0,10	0,02	0,50	2	0,20	0,01	0,39
Ácido p-hidroxibenzóico	0,10	0,02	0,52	1	0,10	0,00	0,40
Bromuro de litio	0,10	0,02	0,54	2	0,20	0,01	0,41
Sodio metálico	0,10	0,02	0,56	8	0,80	0,04	0,44
Anilina	0,10	0,02	0,58	5	0,51	0,02	0,47
Nitrato de plata	0,10	0,02	0,61	4	0,41	0,02	0,49
Benzofenona	0,10	0,02	0,63	2	0,21	0,01	0,50

Sección de Química Orgánica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Ácido cinámico	0,11	0,02	0,65	2	0,22	0,01	0,51
1-hexanol	0,12	0,03	0,67	3	0,37	0,02	0,53
Ácido fumárico	0,14	0,03	0,70	3	0,42	0,02	0,55
Ácido maléico	0,15	0,03	0,73	4	0,60	0,03	0,57
Sulfato de cobre II	0,16	0,03	0,77	2	0,31	0,01	0,59
Clorato de sodio	0,19	0,04	0,80	2	0,38	0,02	0,61
Dibutil éter	0,19	0,04	0,84	5	0,96	0,05	0,65
2-propanol	0,20	0,04	0,88	4	0,79	0,04	0,69
Ácido benzoico	0,20	0,04	0,93	3	0,60	0,03	0,72
Ácido bórico	0,20	0,04	0,97	1	0,20	0,01	0,73
Sulfato de hierro	0,20	0,04	1,01	1	0,20	0,01	0,74
Mercurio metálico	0,20	0,04	1,05	3	0,60	0,03	0,76
Óxido de plomo IV	0,20	0,04	1,09	4	0,80	0,04	0,80
2-butanol	0,20	0,04	1,13	4	0,81	0,04	0,84
Benzonitrilo	0,20	0,04	1,17	5	1,01	0,05	0,89
3-hexanona	0,20	0,04	1,21	4	0,82	0,04	0,93
Anhídrido acético	0,21	0,04	1,26	6	1,26	0,06	0,99
Dimetoxietano	0,22	0,04	1,30	7	1,51	0,07	1,06
Carbón activado	0,22	0,05	1,35	1	0,22	0,01	1,07
Yodometano	0,25	0,05	1,40	4	1,01	0,05	1,12
Albúmina	0,27	0,06	1,45	1	0,27	0,01	1,13
Anisol	0,27	0,06	1,51	3	0,81	0,04	1,17
Ciclohexanona	0,28	0,06	1,57	3	0,85	0,04	1,21
1-pentanol	0,28	0,06	1,62	4	1,14	0,05	1,26
Bisulfito de sodio	0,30	0,06	1,69	2	0,60	0,03	1,29
Acetofenona	0,31	0,06	1,75	3	0,93	0,04	1,33
Benzaldehído	0,32	0,06	1,81	4	1,26	0,06	1,39
Acetato de sodio	0,32	0,07	1,88	2	0,64	0,03	1,42
Yoduro de potasio	0,34	0,07	1,95	1	0,34	0,02	1,44
Magnesio	0,34	0,07	2,02	3	1,03	0,05	1,49
Caseína	0,36	0,07	2,09	1	0,36	0,02	1,50
3-pentanona	0,37	0,08	2,17	4	1,47	0,07	1,57
Tetracloruro de carbono	0,40	0,08	2,25	3	1,19	0,06	1,63
Antraceno	0,40	0,08	2,33	2	0,80	0,04	1,67
Alcohol isoamílico	0,41	0,08	2,42	3	1,23	0,06	1,72
Cloruro de zinc	0,43	0,09	2,50	3	1,30	0,06	1,79
Carbonato de sodio	0,47	0,10	2,60	2	0,93	0,04	1,83
Clorato de potasio	0,50	0,10	2,70	5	2,48	0,12	1,95
Anhídrido maléico	0,50	0,10	2,80	5	2,50	0,12	2,06
Celite	0,50	0,10	2,91	2	1,00	0,05	2,11
Fructuosa	0,50	0,10	3,01	0	0,00	0,00	2,11
Lactosa	0,50	0,10	3,11	1	0,50	0,02	2,14

Sección de Química Orgánica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Sacarosa	0,50	0,10	3,21	1	0,50	0,02	2,16
Maltosa	0,52	0,11	3,32	1	0,52	0,02	2,18
Difenil éter	0,53	0,11	3,43	2	1,05	0,05	2,23
Urea	0,55	0,11	3,54	1	0,55	0,03	2,26
Yoduro de sodio	0,69	0,14	3,68	3	2,08	0,10	2,36
Ácido salicílico	0,70	0,14	3,82	1	0,70	0,03	2,39
Ciclohexano	0,78	0,16	3,98	4	3,12	0,15	2,54
Mesitileno	0,86	0,18	4,16	3	2,59	0,12	2,66
Acetanilida	0,86	0,18	4,34	4	3,46	0,16	2,82
Furano	0,93	0,19	4,53	6	5,58	0,26	3,09
Ciclohexanol	0,96	0,20	4,73	3	2,88	0,14	3,22
Glucosa	1,01	0,21	4,93	0	0,00	0,00	3,22
1-propanol	1,09	0,22	5,16	4	4,34	0,21	3,43
1-butanol	1,29	0,26	5,42	4	5,15	0,24	3,67
Diclorometano	1,32	0,27	5,69	3	3,95	0,19	3,86
Carbonato de potasio	1,39	0,29	5,97	2	2,78	0,13	3,99
Sulfato de sodio	1,52	0,31	6,29	1	1,52	0,07	4,06
Citrato de sodio	1,55	0,32	6,60	1	1,55	0,07	4,13
Amoniaco	1,55	0,32	6,92	4	6,20	0,29	4,43
Tetrahidrofurano	1,98	0,41	7,33	6	11,88	0,56	4,99
Hidróxido de potasio	2,00	0,41	7,74	4	8,00	0,38	5,37
Alcohol bencílico	2,09	0,43	8,17	4	8,34	0,39	5,76
Bromuro de sodio	2,10	0,43	8,60	2	4,20	0,20	5,96
Bromo	2,12	0,43	9,03	4	8,48	0,40	6,36
Sulfato de magnesio	2,45	0,50	9,53	1	2,45	0,12	6,47
Hexano	2,64	0,54	10,07	4	10,56	0,50	6,97
Óxido de aluminio III	3,00	0,61	10,69	1	3,00	0,14	7,12
Parafina	3,05	0,63	11,31	1	3,05	0,14	7,26
Dioxano	3,09	0,63	11,95	6	18,54	0,88	8,13
Ácido bromídrico	3,09	0,63	12,58	3	9,27	0,44	8,57
Éter de petróleo	3,71	0,76	13,34	5	18,56	0,88	9,45
t-butanol	3,90	0,80	14,14	4	15,60	0,74	10,19
Cloruro de calcio	4,03	0,83	14,97	2	8,06	0,38	10,57
Tolueno	4,30	0,88	15,85	5	21,50	1,02	11,58
Cloroformo	4,44	0,91	16,76	2	8,88	0,42	12,00
Ácido nítrico	4,77	0,98	17,74	5	23,85	1,13	13,13
Hidróxido de sodio	5,60	1,15	18,88	4	22,40	1,06	14,19
Dicloruro de metilo	5,93	1,22	20,10	3	17,79	0,84	15,03
Bicarbonato de sodio	7,22	1,48	21,58	1	7,22	0,34	15,37
Xileno	7,74	1,59	23,17	5	38,70	1,83	17,19
Cloruro de sodio	10,12	2,07	25,24	1	10,12	0,48	17,67
Ácido acético	10,92	2,24	27,48	6	65,50	3,09	20,77

Sección de Química Orgánica

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Metanol	12,48	2,56	30,04	4	49,92	2,36	23,12
Acetato de etilo	16,67	3,42	33,45	4	66,67	3,15	26,27
Ácido clorhídrico	20,08	4,12	37,57	4	80,31	3,79	30,06
Bisulfito de sodio	20,68	4,24	41,81	2	41,36	1,95	32,02
Éter etílico	38,53	7,90	49,71	7	269,72	12,74	44,76
Ácido sulfúrico	38,86	7,97	57,67	5	194,32	9,18	53,93
Acetona	57,02	11,69	69,36	4	228,08	10,77	64,70
Etanol	149,47	30,64	100,00	5	747,35	35,30	100,00
TOTALES	487,84	100,00			2117,44	100,00	

Sección de Química Industrial

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Molibdato de amonio	0,000 0	0,000 0	0,000 0	3	0,000 0	0,000 0	0,000 0
Fenofaleína	0,000 1	0,000 1	0,000 1	2	0,000 3	0,000 0	0,000 1
Azul de metileno	0,000 2	0,000 1	0,000 2	2	0,000 4	0,000 1	0,000 1
Rojo de metilo	0,000 2	0,000 1	0,000 3	0	0,000 0	0,000 0	0,000 1
Timolftaleína	0,000 3	0,000 2	0,000 5	1	0,000 3	0,000 0	0,000 2
Acetonitrilo	0,000 5	0,000 3	0,000 8	5	0,002 3	0,000 4	0,000 6
Eriocromo negro T	0,001 0	0,000 6	0,001 4	1	0,001 0	0,000 2	0,000 8
Estearato de metilo	0,001 0	0,000 6	0,002 1	2	0,002 0	0,000 4	0,001 1
D-galactosa	0,001 9	0,001 2	0,003 3	1	0,001 9	0,000 3	0,001 5
Sulfato de mercurio	0,002 0	0,001 3	0,004 6	4	0,008 0	0,001 5	0,002 9
Dicromato de potasio	0,003 7	0,002 4	0,007 0	5	0,018 4	0,003 4	0,006 3
Catecol	0,004 0	0,002 6	0,009 5	4	0,016 0	0,002 9	0,009 2
Pirogalol	0,004 0	0,002 6	0,012 1	4	0,016 0	0,002 9	0,012 2
Óxido de lantano III	0,005 0	0,003 2	0,015 4	2	0,010 0	0,001 8	0,014 0
Cloruro de potasio	0,005 5	0,003 6	0,018 9	1	0,005 5	0,001 0	0,015 0
Sulfato de sodio	0,009 0	0,005 8	0,024 7	2	0,017 9	0,003 3	0,018 3
Ferrocianuro de potasio	0,010 6	0,006 8	0,031 6	3	0,031 8	0,005 8	0,024 1
Bisulfito de sodio	0,012 8	0,008 3	0,039 8	2	0,025 6	0,004 7	0,028 8
Cloruro de amoníol	0,016 9	0,010 9	0,050 7	2	0,033 8	0,006 2	0,035 0
Bromo	0,017 2	0,011 1	0,061 9	4	0,068 9	0,012 6	0,047 5
Almidón	0,021 0	0,013 6	0,075 4	1	0,021 0	0,003 8	0,051 4
Yodo	0,024 4	0,015 8	0,091 2	4	0,097 6	0,017 9	0,069 2
EDTA	0,025 0	0,016 2	0,107 3	1	0,025 0	0,004 6	0,073 8
Acetato de Zinc	0,029 0	0,018 7	0,126 1	1	0,029 0	0,005 3	0,079 1

Sección de Química Industrial

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Hidróxido de bario	0,032 0	0,020 7	0,146 8	3	0,096 0	0,017 6	0,096 7
Ácido ascórbico	0,032 8	0,021 2	0,167 9	1	0,032 8	0,006 0	0,102 7
Ácido cítrico	0,034 1	0,022 0	0,190 0	3	0,102 3	0,018 7	0,121 4
D- fructosa	0,046 9	0,030 3	0,220 3	0	0,000 0	0,000 0	0,121 4
Glicina	0,056 2	0,036 3	0,256 6	1	0,056 2	0,010 3	0,131 7
Peróxido de hidrógeno	0,060 0	0,038 8	0,295 3	4	0,240 0	0,043 9	0,175 6
Urea	0,060 1	0,038 8	0,334 1	1	0,060 1	0,011 0	0,186 6
Cloruro de bario	0,061 1	0,039 5	0,373 6	3	0,183 3	0,033 5	0,220 1
Sulfato de cobre	0,071 3	0,046 1	0,419 7	2	0,142 6	0,026 1	0,246 2
Sacarosa	0,088 8	0,057 4	0,477 0	1	0,088 8	0,016 2	0,262 4
D-glucosa	0,091 9	0,059 4	0,536 4	0	0,000 0	0,000 0	0,262 4
Lactosa	0,093 9	0,060 7	0,597 1	1	0,093 9	0,017 2	0,279 6
Tiosulfato de sodio	0,099 4	0,064 2	0,661 3	1	0,099 4	0,018 2	0,297 8
Benzoína	0,100 0	0,064 6	0,725 9	2	0,200 0	0,036 6	0,334 3
Hierro	0,100 0	0,064 6	0,790 5	5	0,500 0	0,091 5	0,425 8
Azufre	0,101 0	0,065 2	0,855 8	3	0,303 0	0,055 4	0,481 2
Éter de petróleo	0,113 7	0,073 4	0,929 2	5	0,568 3	0,103 9	0,585 2
Sulfato de potasio	0,120 0	0,077 5	1,006 7	1	0,120 0	0,021 9	0,607 1
Ácido bórico	0,160 0	0,103 4	1,110 1	1	0,160 0	0,029 3	0,636 4
Bicarbonato de sodio	0,161 0	0,104 0	1,214 1	1	0,161 0	0,029 4	0,665 8
Anhídrido acético	0,175 2	0,113 2	1,327 3	6	1,051 1	0,192 3	0,858 1
tartrato de sodio y potasio	0,181 1	0,117 0	1,444 3	2	0,362 2	0,066 2	0,924 3
Etanol	0,198 7	0,128 4	1,572 6	5	0,993 5	0,181 7	1,106 0
Dicromato de sodio	0,200 0	0,129 2	1,701 8	5	1,000 0	0,182 9	1,289 0
Hidróxido de potasio	0,200 0	0,129 2	1,831 1	4	0,800 0	0,146 3	1,435 3
Aceite silicona	0,262 5	0,169 6	2,000 6	2	0,525 0	0,096 0	1,531 3
Fosfato diácido de potasio	0,268 0	0,173 1	2,173 8	1	0,268 0	0,049 0	1,580 3
Dimetilsulfóxido	0,270 4	0,174 7	2,348 5	2	0,540 8	0,098 9	1,679 2
Fosfato ácido de sodio	0,270 4	0,174 7	2,523 2	1	0,270 4	0,049 5	1,728 7
Ácido tricloroacético	0,300 0	0,193 8	2,717 0	3	0,900 0	0,164 6	1,893 3
Albúmina	0,300 0	0,193 8	2,910 8	1	0,300 0	0,054 9	1,948 2
Cloruro de calcio	0,331 8	0,214 3	3,125 1	2	0,663 5	0,121 4	2,069 6
Fosfato ácido de potasio	0,380 7	0,245 9	3,371 1	1	0,380 7	0,069 6	2,139 2
Isopropanol	0,390 5	0,252 3	3,623 3	5	1,952 5	0,357 1	2,496 3
Cloruro de sodio	0,413 8	0,267 3	3,890 6	1	0,413 8	0,075 7	2,572 0
Fenol	0,481 0	0,310 7	4,201 4	6	2,886 0	0,527 9	3,099 9

Sección de Química Industrial

sustancia	Cantidad (kg)	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Óxido de titanio IV	0,500 0	0,323 0	4,524 4	1,0000	0,500 0	0,091 5	3,191 3
Sulfato de aluminio y potasio	0,500 0	0,323 0	4,847 4	1,0000	0,500 0	0,091 5	3,282 8
Amoniaco	0,632 0	0,408 3	5,255 7	4,0000	2,528 2	0,462 4	3,745 2
Metanol	0,872 1	0,563 4	5,819 2	4,0000	3,488 5	0,638 1	4,383 3
Octadecanol	1,000 0	0,646 0	6,465 2	3,0000	3,000 0	0,548 7	4,932 0
Yoduro de potasio	1,021 2	0,659 7	7,124 9	1,0000	1,021 2	0,186 8	5,118 8
Alcohol iso-amílico	1,222 5	0,789 8	7,914 7	4,0000	4,890 0	0,894 4	6,013 2
Ácido tioglicólico	1,325 0	0,856 0	8,770 7	4,0000	5,300 0	0,969 4	6,982 6
Acetato de etilo	2,252 5	1,455 2	10,225 9	4,0000	9,010 0	1,648 0	8,630 6
Ácido clorhídrico	2,630 0	1,699 1	11,925 0	4,0000	10,520 0	1,924 2	10,554 8
Ácido Nítrico	3,379 5	2,183 3	14,108 2	5,0000	16,897 5	3,090 7	13,645 5
Maltosa	3,600 0	2,325 7	16,434 0	1,0000	3,600 0	0,658 5	14,304 0
Ácido sulfúrico	7,800 0	5,039 1	21,473 0	5,0000	39,000 0	7,133 4	21,437 4
Acetona	13,132 0	8,483 7	29,956 7	4,0000	52,528 0	9,607 8	31,045 2
Cloroformo	13,649 7	8,818 1	38,774 9	2,0000	27,299 3	4,993 3	36,038 5
Hidróxido de sodio	16,710 0	10,795 2	49,570 1	4,0000	66,840 0	12,225 6	48,264 1
Éter etílico	25,346 0	16,374 3	65,944 5	7,0000	177,421 7	32,451 9	80,716 0
Ácido acético	52,714 8	34,055 5	100,000 0	2,0000	105,429 6	19,284 0	100,000 0
TOTALES	154,79	100,00			546,72	100,00	

Sección Química Inorgánica

sustancia	Cantidad en kg	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
Fosfato diácido de potasio	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00
Fosfato ácido de sodio	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00
1,10-fenantrolina	0,01	0,00	0,01	3	0,02	0,00	0,00
Ftalato ácido de potasio	0,01	0,01	0,01	2	0,02	0,00	0,01
Permanganato de potasio	0,01	0,01	0,02	1	0,01	0,00	0,01
Ácido p-tolunsulfónico	0,01	0,01	0,03	5	0,05	0,01	0,02
Pirrolidina	0,02	0,02	0,05	7	0,15	0,03	0,04
2-hidroxiacetofenona	0,04	0,03	0,08	6	0,21	0,04	0,08
Amonio sulfamato	0,10	0,09	0,16	2	0,20	0,04	0,12
Semicarbazida clorhidrato	0,10	0,09	0,25	2	0,20	0,04	0,15
Ácido bromídrico	0,15	0,13	0,38	3	0,45	0,08	0,24

Sección Química Inorgánica

sustancia	Cantidad en kg	% Cant.	% Cant. Ac.	Peligrosidad	Var. Comb.	% Var. Comb	% Var. Comb. Ac.
1,6 hexanodiol	0,20	0,17	0,55	1	0,20	0,04	0,27
Ácido láctico	0,30	0,26	0,81	4	1,20	0,22	0,49
Etilendiamina	0,45	0,38	1,19	5	2,23	0,40	0,89
2,2 dimetil-1-propanol	0,50	0,43	1,62	4	2,00	0,36	1,26
Sulfato de hierro II (7H ₂ O)	0,50	0,43	2,05	1	0,50	0,09	1,35
Sulfato de dimetilo	0,66	0,57	2,62	6	3,98	0,72	2,07
1-butanol	0,81	0,70	3,32	4	3,24	0,59	2,66
Pentano	0,82	0,70	4,02	4	3,26	0,59	3,25
Metacrilato de metilo	0,94	0,81	4,83	7	6,61	1,20	4,45
Cloruro de amonio	1,00	0,86	5,69	2	2,00	0,36	4,81
EDTA	1,00	0,86	6,55	1	1,00	0,18	4,99
Hidróxido de potasio	1,00	0,86	7,41	4	4,00	0,73	5,72
Bicarbonato des odio	1,00	0,86	8,27	1	1,00	0,18	5,90
Sulfato de sodio	1,00	0,86	9,12	1	1,00	0,18	6,08
Sacarinato de sodio	1,00	0,86	9,98	1	1,00	0,18	6,26
Sodio metálico	1,00	0,86	10,84	8	8,00	1,45	7,71
sulfato de cobre II	1,00	0,86	11,70	2	2,00	0,36	8,07
Dioxano	1,03	0,89	12,59	6	6,18	1,12	9,19
Peróxido de hidrógeno	1,50	1,29	13,88	4	6,00	1,09	10,28
Ácido clorhídrico	2,19	1,88	15,76	4	8,77	1,59	11,87
Diclorometano	2,64	2,26	18,03	3	7,91	1,43	13,31
Hexano	2,64	2,27	20,29	4	10,56	1,92	15,22
Ácido acético	2,70	2,32	22,61	6	16,20	2,94	18,16
Glicerina	3,15	2,71	25,32	2	6,30	1,14	19,30
Éter de petróleo	3,38	2,90	28,22	5	16,88	3,06	22,36
Xileno	3,44	2,96	31,18	5	17,20	3,12	25,48
Tetracloruro de carbono	3,98	3,42	34,59	3	11,93	2,16	27,65
Cloruro de calcio	4,00	3,44	38,03	2	8,00	1,45	29,10
Metanol	4,00	3,44	41,47	4	16,00	2,90	32,00
Ácido sulfúrico	4,60	3,95	45,42	5	23,00	4,17	36,17
Acetona	5,93	5,09	50,51	4	23,70	4,30	40,47
Cloroformo	7,40	6,36	56,87	2	14,80	2,68	43,15
Etanol	18,96	16,29	73,16	5	94,80	17,19	60,34
Éter etílico	31,24	26,84	100,00	7	218,68	39,66	100,00
TOTALES	116,38	100,00			551,42	100,00	

Criterios de peligrosidad según la NFPA (Tomados de las hojas de seguridad de los materiales)

sustancia	Salud	Fuego	Reactividad	Peligrosidad
1- butanol	1	3	0	4
1,10 fenantrolina	2	1	0	3
1,6 hexanodiol	1	0	0	1
1-naftiletilendiamina	2	1	0	3
1-octanol	1	2	0	3
2,2 dimetil-1-propanol	1	3	0	4
2-hidroxiacetofenona	4	0	2	6
Aceite silicona	1	1	0	2
Acetato de etilo	1	3	0	4
Acetato de plata	1	0	0	1
Acetato de potasio	1	0	0	1
Acetato de sodio	1	1	0	2
Acetato de Zinc	1	0	0	1
Acetona	1	3	0	4
Acetonitrilo	2	3	0	5
Ácido Acético	3	2	1	6
Ácido ascórbico	1	0	0	1
Ácido bórico	1	0	0	1
Ácido bromhídrico	3	0	0	3
Ácido cítrico	2	1	0	3
Ácido Clorhídrico	3	0	1	4
Ácido Fosfórico	3	0	0	3
Ácido láctico	3	1	0	4
Ácido Nítrico	4	0	1	5
Ácido p-tolunsulfónico	3	1	1	5
Ácido salicílico	0	1	0	1
Ácido sulfúrico	3	0	2	5
Ácido tartárico	0	1	0	1
Ácido tioglicólico	3	1	0	4
Ácido tricloroacético	3	0	0	3
Albúmina	1	0	0	1
Alcohol iso-amílico	1	2	1	4
Almidón	0	1	0	1
Aluminio III	1	3	1	5
Amoniaco	3	1	0	4

Criterios de peligrosidad según la NFPA (Tomados de las hojas de seguridad de los materiales)

sustancia	Salud	Fuego	Reactividad	Peligrosidad
Amonio sulfamato	1	1	0	2
Anhídrido acético	3	2	1	6
Antimonio III	3	1	2	6
Azufre	2	1	0	3
Azul de bromotimol	1	1	0	2
Azul de metileno	2	0	0	2
Bario II	3	0	0	3
Benceno anhidro	2	3	0	5
Benzoína	1	1	0	2
Bicarbonato de sodio	1	0	0	1
Bismuto III	1	1	0	2
Bisulfito de sodio	1	0	1	2
Borato de sodio	1	0	0	1
Bromo	4	0	0	4
Cadmio II	3	0	0	3
Calcio II	3	1	2	6
Carbonato de calcio	0	0	0	0
Carbonato de potasio	2	0	0	2
Carbonato de sodio	2	0	0	2
Catecol	3	1	0	4
Clorhidrato de hidroxilamina	3	1	1	5
Cloroformo	2	0	0	2
Cloruro de amonio	2	0	0	2
Cloruro de bario	3	0	0	3
Cloruro de cadmio	3	1	0	4
Cloruro de calcio	1	0	1	2
Cloruro de estaño II	1	0	0	1
Cloruro de hidracina	4	0	2	6
Cloruro de hierro II	3	0	0	3
Cloruro de hierro III	2	0	0	2
Cloruro de litio	2	0	0	2
Cloruro de mercurio II	3	0	0	3

Criterios de peligrosidad según la NFPA (Tomados de las hojas de seguridad de los materiales)

sustancia	Salud	Fuego	Reactividad	Peligrosidad
Fosfato diácido de sodio	1	0	0	1
Ftalato ácido de potasio	1	1	0	2
Glicerina	1	1	0	2
Glicina	0	1	0	1
Glucosa	0	0	0	0
Hexacianoferrato II de potasio	3	0	0	3
Hexano	1	3	0	4
Hidróxido de bario	3	0	0	3
Hidróxido de potasio	3	0	1	4
Hidróxido de sodio	3	0	1	4
Hierro II	3	1	1	5
Hierro III	3	1	1	5
Indicador violeta de metilo	2	3	0	5
Isopropanol	2	3	0	5
Lactosa	0	1	0	1
Magnesio II	0	1	2	3
Maltosa	0	1	0	1
Manganeso II	3	0	0	3
Mercurio II	3	0	0	3
Metacrilato de metilo	2	3	2	7
Metanol	1	3	0	4
Metavanadato de amonio	3	0	0	3
Metiletilcetona	3	3	0	6
Mezcla sulfato-hidróxido de cobre	2	0	0	2
Molibdato de amonio	3	0	0	3
Monoclorhidrato de L-cisteína	1	0	0	1
Níquel II	3	0	0	3
Nitrato de amonio	0	0	3	3
Nitrato de bismuto	1	0	1	2
Nitrato de calcio	1	0	3	4
Nitrato de hierro II	1	0	1	2

Criterios de peligrosidad según la NFPA (Tomados de las hojas de seguridad de los materiales)

sustancia	Salud	Fuego	Reactividad	Peligrosidad
Nitrato de mercurio	3	0	1	4
Nitrato de níquel	1	0	0	1
Nitrato de plata	4	0	0	4
Nitrato de plomo II	3	0	1	4
Nitrato de potasio	1	0	0	1
Nitrito de sodio	2	0	1	3
Nitrobenceno	3	2	1	6
Octadecanol	0	3	0	3
o-toludina	3	2	0	5
Oxalato de amonio	4	1	0	5
Óxido de calcio	1	0	1	2
Óxido de lantano III	1	0	1	2
Óxido de titanio IV	1	0	0	1
Pentano	1	3	0	4
Perclorato de potasio	1	0	3	4
Permanganato de potasio	1	0	0	1
Peróxido de hidrógeno	3	0	1	4
Piridina	2	1	0	3
Pirogalol	3	1	0	4
Pirrolidina	3	3	1	7
Plata	2	0	0	2
Plomo II	3	1	0	4
Potasio	3	3	2	8
Rojo de metilo	0	0	0	0
Sacarinato de sodio	0	1	0	1
Sacarosa	0	1	0	1
Selenio IV	2	0	0	2
Selenito de sodio	3	0	0	3
Semicarbazida clorohidrato	2	0	0	2
Silica gel	2	1	1	4
Sodio	3	3	2	8
Sulfato de aluminio y potasio	1	0	0	1
Sulfato de cobre	2	0	0	2

Criterios de peligrosidad según la NFPA (Tomados de las hojas de seguridad de los materiales)

sustancia	Salud	Fuego	Reactividad	Peligrosidad
Sulfato de cobre II	2	0	0	2
Sulfato de cobre II	2	0	0	2
Sulfato de dimetilo	4	2	0	6
Sulfato de hierro II	1	0	0	1
Sulfato de hierro II (7H ₂ O)	1	0	0	1
Sulfato de hierro y amonio	2	0	0	2
Sulfato de magnesio	2	0	0	2
Sulfato de mercurio	3	0	1	4
Sulfato de potasio	1	0	0	1
Sulfato de sodio	1	0	0	1
Sulfato de zinc	1	0	0	1
Sulfito de sodio	1	0	0	1
Sulfuro de sodio	2	1	0	3
Tartrato de sodio	0	0	0	0
Tartrato de sodio y potasio	1	1	0	2
Timolftaleína	1	0	0	1
Tioacetamida	2	1	0	3
Tiocianato de amonio	2	1	1	4
Tiocianato de potasio	3	0	0	3
Tiocianato de sodio	3	0	1	4
Tiosulfato de sodio	1	0	0	1
Tolueno	2	3	0	5
Tetracloruro de carbono	3	0	0	3
Trióxido de arsénico	3	0	0	3
Urea	1	0	0	1
Xileno	2	3	0	5
Yodato de potasio	1	0	1	2
Yodo	3	0	1	4
Yoduro de etilo	2	1	1	4

