

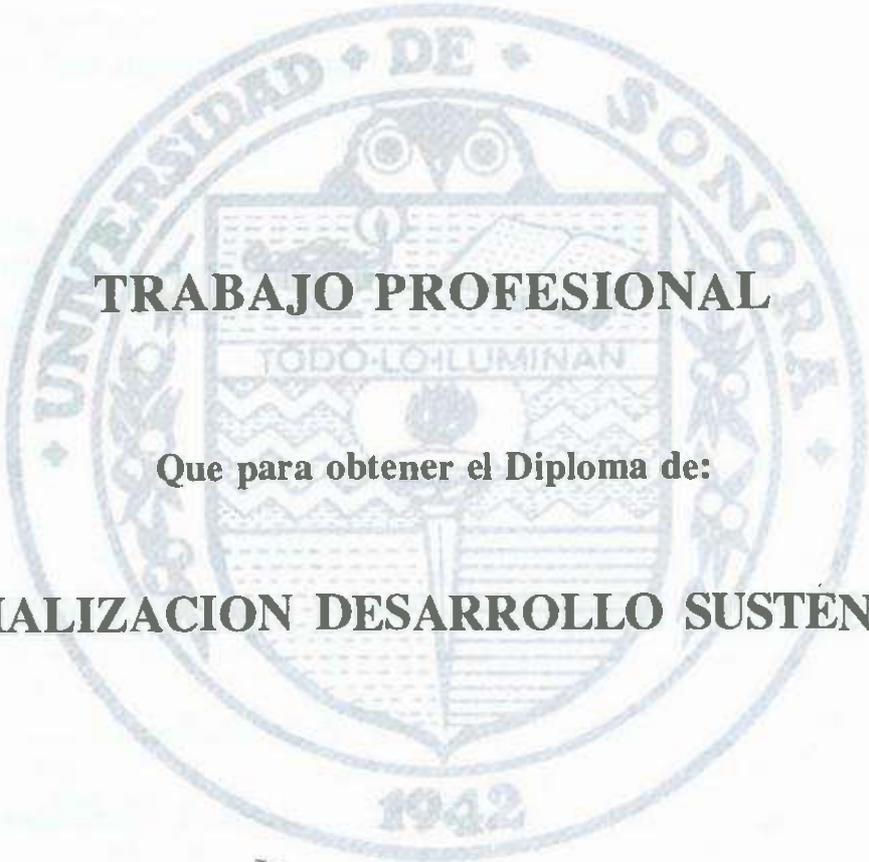
10 22304

# UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO-BIOLÓGICAS

**Propuesta de Programa de Gestión sustentable para la Adquisición  
y Almacenamiento de Sustancias Químicas en las Divisiones  
de Ciencias Biológicas y de la Salud y de Ingeniería  
de la Universidad de Sonora**

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a book, a lamp, and a sun. Above the shield is an owl. The shield is flanked by two figures. The text "UNIVERSIDAD DE SONORA" is written around the top inner edge of the circle, and "1942" is at the bottom. A banner across the shield reads "TODO LO LUMINAN".

**TRABAJO PROFESIONAL**

**Que para obtener el Diploma de:**

**ESPECIALIZACION DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Presenta:**

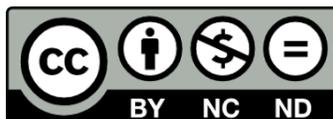
***Susana Marlene Barrales Heredia***

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
CONTENIDO .....	iii
LISTA DE TABLAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
OBJETIVO GENERAL .....	vii
Objetivos Estratégicos .....	vii
JUSTIFICACIÓN .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	3
1. Método de almacenamiento de las sustancias químicas .....	4
2. Elaboración del sistema de información .....	4
Capítulo 1 .....	5
3. Sustancias químicas .....	5
3.1. Ciclo de vida de las sustancias químicas .....	5
4. Importancia de minimizar las compras de sustancias químicas .....	6
4.1. Consideraciones previas a la compra de sustancias químicas .....	7
4.2. Estrategias para disminuir el consumo de sustancias químicas .....	7
5. Inventario de sustancias químicas .....	8
6. Almacenamiento de sustancias químicas en almacenes y laboratorios .....	8
6.1. Regulaciones mexicanas para el almacenamiento de sustancias químicas .....	9
6.1.1. NOM-005-STPS-1998, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas" .....	9
6.1.2. NOM-018-STPS-2000, "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo" ...	9
7. Consideraciones generales para el almacenamiento de sustancias químicas .....	10
7.1. Almacenamiento de sustancias corrosivas .....	10
7.2. Almacenamiento de sustancias explosivas .....	10
7.3. Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles .....	12
7.4. Almacenamiento de sustancias reactivas .....	13
7.5. Almacenamiento de sustancias tóxicas .....	13
7.6. Almacenamiento de sustancias carcinogénicas .....	14

7.7. Almacenamiento de sustancias controladas .....	10
8. Sistema de almacenamiento de las sustancias químicas .....	11
8.1. Sistema de almacenamiento J.T. Baker .....	11
8.2. Sistema de almacenamiento Flinn Scientific.....	11
9. Implementación de base de datos computarizadas .....	21
9.1. Microcomputadoras .....	21
9.1.2. El Sistema de Manejo de Inventario Químico (ChIM) .....	21
9.1.2.1. Elaboración de Inventario de acuerdo a ChIM.....	21
10. Situación actual del manejo de los materiales y residuos químicos en la Universidad de Sonora.....	21
Capítulo 2 .....	31
1. La Norma Ambiental ISO 14001 .....	31
Capítulo 3 .....	31
2. Programa de Gestión Sustentable en las Etapas de Adquisición y Almacenamiento de Sustancias Químicas en las Divisiones de Ingeniería y Ciencias Biológicas y de la Salud .....	31
CONCLUSIONES .....	31
BIBLIOGRAFÍA .....	41
Anexo .....	41
Política de Sustentabilidad .....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato de Inventario .....	1
Tabla 2. Sustancias potencialmente formadoras de peróxidos.....	1
Tabla 3. Límites de almacenamiento para líquidos inflamables y combustibles en laboratorios .....	1
Tabla 4. Volumen de líquidos inflamables y combustibles de acuerdo con el tipo de contenedor....	1
Tabla 5. Criterios de clasificación para las sustancias tóxicas.....	1
Tabla 6. Compuestos carcinogénicos evaluados por IARC y/o la NTP .....	1
Tabla 7. Ejemplos de sustancias controladas por la DEA .....	1
Tabla 8. Sistema de código de color para el almacenamiento de las sustancias químicas de acuerdo a J.T. Baker .....	1
Tabla 9. Sistema de almacenamiento de sustancias químicas por compatibilidad según Flinn Scientific .....	1
Tabla 10. Ejemplos de sustancias más abundantes presentes en los DCQB, DIPA y DIQM .....	2
Tabla 11. Sustancias más peligrosas .....	2
Tabla 12. Formato del sistema de información .....	3

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Transporte y destino de las sustancias químicas en el ambiente .....	6
Figura 2 Esquema de almacenamiento de productos químicos inorgánicos en estantes, de acuerdo a la asignación de número de repisas por familia de compatibilidad según Flinn Scientific.....	20
Figura 3 Esquema de almacenamiento de sustancias orgánicas en estantes, de acuerdo a la asignación de número de repisa por familias de compatibilidad según Flinn Scientific.....	21
Figura 4. Cantidad anual de residuos peligrosos químicos reportados al PISSA-UNISON.....	24
Figura 5. Ciclo de vida de los materiales y residuos químicos en la UNISON.....	26
Figura 6. Ciclo de vida de los materiales y residuos químicos en la UNISON propuesto por el programa.....	28
Figura 7. Modelo de la ISO 14001 .....	30

## **OBJETIVO GENERAL**

Eliminar y/o reducir el riesgo a la salud humana, ocupacional y ambiental y en lo posible, obtener un ahorro económico a través de un programa de gestión sustentable de sustancias químicas en los laboratorios y almacenes de las Divisiones de Ciencias Biológicas y de la Salud y de la División de Ingeniería de la Universidad de Sonora.

### **Objetivos Estratégicos**

Diseñar un programa de gestión sustentable de sustancias químicas en la etapa de adquisición y almacenamiento en los Departamentos de Ciencias Químico Biológicas (DCQB), Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos (DIPA) y el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia (DIQM).

Elaborar un sistema de información computarizado con la utilización de código de barras, que eficientice la gestión de las sustancias químicas en estos Departamentos.

Promover prácticas de capacitación y difusión sobre el sistema de información y almacenamiento dirigidas a los usuarios de sustancias químicas.

## JUSTIFICACIÓN

El manejo de un material químico representa una responsabilidad altamente significativa. Por ello, un manejo prudente de ellos en almacenes y laboratorios debe comenzar mucho antes de la llegada real de los mismos mediante una cuidadosa planeación. De esta manera, no solo se garantiza la compra necesaria, sino también, se minimizarán la disposición de materiales peligrosos y los riesgos de exposición.

Actualmente la mayoría de los laboratorios y almacenes de la Universidad de Sonora (UNISON), no llevan un registro suficientemente detallado y actualizado de los materiales químicos que utilizan, lo cual imposibilita a la institución contar con información centralizada acerca del tipo y cantidad de las sustancias presentes en el campus universitario. Así también, los lugares carecen de métodos adecuados de almacenamiento, que pueden originar la compra innecesaria y acumulación de material químico e incrementar el riesgo la salud, al inmueble y al medio ambiente, dando también como resultado la generación de residuos por los que se tendrá que pagar para su tratamiento y disposición final.

Normalmente la adquisición de las sustancias en la UNISON, se hace a través del Departamento de Compras por solicitud expresa realizada por los Departamentos de la institución. Sin embargo, el ingreso de sustancias puede provenir también de donaciones de otras instituciones o por trato directo entre proveedor y responsable de laboratorio. El mecanismo de adquisición de sustancias químicas utilizado actualmente, no permite conocer la cantidad y el tipo de sustancias presentes en la institución, ya que al momento en que el proveedor entrega un producto no se hace un registro individual que permita seguir su trayectoria en la UNISON.

En base a lo anterior, este trabajo propone un programa de gestión sustentable de sustancias químicas, mediante la implementación de un sistema de información computarizado con la utilización de un código de barras, que consiste en realizar un inventario completo de las sustancias presentes en la institución y de las que se adquirirán para los laboratorios y almacenes de los DCQB, DIPA y el DIQM. Por esta razón, será necesario incorporar en el ciclo de vida de las sustancias químicas de la universidad, una instancia responsable de la adquisición y registro de las sustancias nuevas como de las ya existentes, gestionar recursos humanos como prestadores de servicio social o de ayudantía para apoyo del programa, implementar prácticas de difusión y capacitación sobre manejo adecuado de sustancias químicas y gestionar recursos económicos a través de fondos de la propia universidad o de organizaciones gubernamentales o no gubernamentales.

## INTRODUCCIÓN

Una sustancia química desde su fabricación en la industria es un gran consumidor de recursos, entre ellos, agua, energía y suelo. Sin considerar, los altos niveles de contaminación que pueden generar al medio ambiente, en forma de aguas residuales, emanaciones a la atmósfera y contaminación del suelo. Una vez concluida la etapa de fabricación, las sustancias son llevadas a almacenar en espera de ser transportadas hacia sus proveedores. Durante el almacenamiento, las sustancias nuevamente requieren del consumo de energía y suelo mientras pueden generar emanaciones a la atmósfera, producto de los vapores químicos de algunos de ellos. Concluida la etapa de almacenamiento, la contaminación puede seguirse generando al igual que el consumo de combustible originada por el transporte en donde son llevadas al lugar donde se utilizarán.

Actualmente, muchas universidades están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental controlando el impacto de sus actividades o servicios sobre el medio ambiente, teniendo en cuenta su política y objetivos ambientales.

La Universidad de Sonora acorde con su Política de Sustentabilidad emitida el 6 de septiembre del 2004, se ha preocupado por evaluar los impactos ambientales de sus actividades, entre ellas, la gestión de materiales y residuos químicos peligrosos dentro de la institución, específicamente en las Divisiones de Ciencias biológicas y de la Salud y de Ingeniería.

En la institución, específicamente en el Departamento de Ciencias Químico Biológicas el Programa Institucional de la Salud y Seguridad Ambiental (PISSA-UNISON) que desde el año 2000 ha realizado esfuerzos significativos para promover el manejo adecuado de los residuos peligrosos dentro del campus universitario, requiere de apoyo para el control de las sustancias químicas dentro del ciclo de los materiales y residuos químicos. Ya que, para establecer una gestión sustentable de las sustancias es necesario completar el eslabón desde el ingreso de las mismas hasta su disposición final.

Una vez que las sustancias químicas ingresan a la Universidad, pueden generar contaminación, si son inadecuadamente manejadas, pueden causar derrames, explosiones e incendios y exposiciones innecesarias. Las sustancias químicas son utilizadas básicamente en prácticas de laboratorio o en proyectos de investigación.

En una siguiente etapa, dichas sustancias después de haber sido utilizadas generan un residuo que puede ser peligroso o no peligroso y que como tal, debe ser tratado para minimizar el riesgo que conlleva su manejo y evitar a su vez impactar todavía más al medio ambiente.

Si el residuo no es peligroso puede eliminarse a través de relleno sanitario o drenaje, que de cualquier manera generará menor impacto de contaminación de agua, aire y suelo. Pero si es peligroso, debe dársele un tratamiento especial para después ser llevado a disposición final.

Por esta razón, es necesario saber qué sustancias se tienen, qué cantidad y dónde se localizan para promover además de la disminución del impacto a la salud y al ambiente en el campus, prácticas de reducción, sustitución, intercambio o préstamo, propiciando también, ahorros económicos y un beneficio educativo y de imagen para la universidad. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es proponer un programa de gestión sustentable de sustancias químicas en las etapas de adquisición y almacenamiento en los DCQB, DIPA Y DIQM.

## METODOLOGÍA

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en libros, artículos de investigación y normas oficiales y bases de datos pertinentes al manejo de sustancias químicas y acerca de sistemas de información utilizados.

Se solicitó al Departamento de informática de la Universidad el apoyo como colaborador en la realización del sistema de información .

En la manzana cinco de la UNISON se realizó una preinspección en cada Departamento para conocer el sistema de inventario de dichos lugares y el método de almacenamiento utilizado y al mismo tiempo conocer y presentar este proyecto a los responsables de esos lugares que serían el principal contacto. Para la elaboración del inventario se definió que los parámetros a considerar debían cubrir aspectos que permitieran saber en primer instancia, qué sustancias se encontraban presentes en estos lugares, la cantidad estimada de éstas en sus envases, el número de recipientes, el número de identificación internacional asignado a cada sustancia química, también conocido como número CAS (Chemical Abstract Service), la marca, el método de almacenamiento considerando la peligrosidad y compatibilidad de las sustancias, la seguridad, el laboratorio y el responsable del mismo. Por ello, se formuló un formato que cubriera todas esas características al momento de hacer el inventario (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Formato de Inventario**

Nombre del Laboratorio:					
Responsable del laboratorio:					
Nombre de la sustancia	Cantidad (L/Kg)	Tipo de sustancia	#CAS	Marca	Color de almacenamiento
		C   R   E   T   I			

Debido al elevado número de sustancias presentes se requirió gestionar recursos humanos para la realización del inventario se contó con el apoyo de estudiantes de la carrera de Ingeniería industrial

e ingeniería civil de la materia de Desarrollo Sustentable, por lo que también fue necesario gestionar recursos económicos para la compra de batas de laboratorio y de equipo de protección personal consistente en guantes, mascarillas y lentes. Los estudiantes recibieron capacitación por parte de PISSA-UNISON sobre manejo de sustancias químicas, características de las sustancias químicas, interpretación de etiquetas (símbolos, códigos), sistemas y códigos de almacenamiento. Además se proporcionó información sobre los cuidados que habrían de considerarse al momento de hacer el inventario y el acomodo de las sustancias, como por ejemplo, no contar frascos vacíos o caducos junto a los no caducos, no incluir en la lista aquellos frascos con etiquetas difícilmente y no golpearlos o voltearlos, entre otros.

### **1. Método de almacenamiento de las sustancias químicas**

Los métodos de almacenamiento de sustancias químicas aplicados en este trabajo fueron el sistema combinado de Flinn-Baker. Dado que el sistema de código de color de almacenamiento J.T. Baker permite identificar mediante un sistema de color sus características de peligrosidad. Mientras que Flinn Scientific. permite separar las sustancias en orgánicas e inorgánicas para subdividir las después en familias compatibles.

### **2. Elaboración del sistema de información**

Para el desarrollo del sistema de información se realizaron reuniones con los responsables de laboratorios, jefe de almacén y administrador para definir la información y el acceso de los usuarios al sistema, posteriormente se presentó la propuesta del desarrollo del sistema de información a la Secretaría Administrativa de la UNISON y al ser aceptado se proporcionó el apoyo de la Dirección de Informática y la Dirección de Contraloría.

## Capítulo 1

### 3. Sustancias químicas

Según la NOM-005-STPS-1998, las sustancias químicas peligrosas son aquellas que por sus propiedades físicas y químicas al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica dañina y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños a instalaciones y equipos.

El tipo de sustancias y la generación de residuos peligrosos en una institución académica se ve influenciada tanto por las prácticas de laboratorio realizadas por los alumnos como por investigaciones científicas y tecnológicas que se llevan a cabo dentro del campus. Estos procesos productivos arrojan al ambiente productos indeseables para los cuales, generalmente, no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos están las emisiones contaminantes a la atmósfera, las descargas de aguas residuales y los residuos peligrosos y no peligrosos (Cortinas-Mosler, 2002).

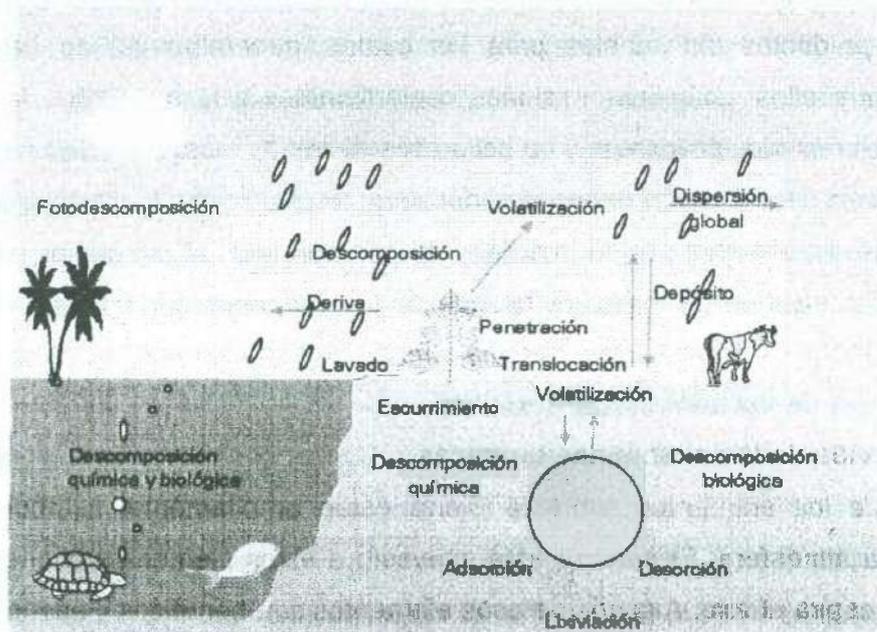
La mejor manera de que las instituciones educativas estén formando profesionistas conscientes de su participación en la preservación del medio ambiente, es siguiendo lo establecido con la normatividad correspondiente para evitar posibles riesgos al ser humano, al ambiente, a la propiedad, evitar sanciones legales y así también mostrar una buena imagen y ejemplo a la sociedad.

#### 3.1. Ciclo de vida de las sustancias químicas

La mayoría de los elementos sobre la Tierra están ampliamente distribuidos en la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera. El hombre está expuesto a estos elementos cuando come sus alimentos, bebe agua y respira el aire. Algunos de esos elementos son benéficos y esenciales para sus procesos vitales; otros son muy tóxicos. Por fortuna, la mayor parte de los elementos que se encuentran en el alimento, agua y el aire, están presentes en cantidades muy pequeñas. En algunas ocasiones las actividades del hombre y a veces, un accidente geológico logran introducir cantidades indeseables de ciertos elementos tóxicos en el medio ambiente. Los más notables son los metales pesados como el mercurio (Hg), Plomo (Pb) y Cadmio (Cd). No obstante existen otros elementos problemáticos, como el arsénico (As), Berilio (Be), el Antimonio (Sb), el Vanadio (V) y el Níquel (Ni). Los metales pesados son los que causan mayores problemas, ya que se emplean en grandes cantidades y abundan mucho en la actual sociedad industrial (Dickson, T. R. 2002).

El mercurio (Hg) por ejemplo, es un metal pesado que se usa en una gran variedad de procesos industriales y en diferentes productos como pinturas, funguicidas, aparatos eléctricos y termómetros. Sin embargo, tanto en su forma metálica como en el estado combinado, es decir, orgánico e inorgánico, el mercurio al absorberse es tóxico y puede permanecer en los organismos durante largos periodos de tiempo. Conforme un animal se come a otro, el mercurio se puede incorporar a la cadena

alimenticia y producir la concentración biológica de mercurio dentro de ésta. Por ejemplo, las algas absorben mercurio del agua, un pequeño pez come las algas, un pez mayor se come al más pequeño. Esta concentración biológica hace que animales de la parte superior de la cadena alimenticia tengan cantidades mayores de la normal (superiores al nivel de fondo) de mercurio ya incorporado a sus tejidos. Las plantas pueden incorporar compuestos de mercurio del suelo y de recubrimientos de semillas con contenido de dicho elemento. El mercurio penetra en el cuerpo del hombre mediante plantas y animales que ingiere y el agua que bebe, por tanto, se incorpora a sus tejidos. El contenido excesivo de mercurio en el organismo puede producir el envenenamiento por mercurio que puede ser fatal o causar daños permanentes en el cerebro (Dickson, T. R. 2002). En la figura 1 se muestra el transporte y destino de las sustancias químicas en el medio ambiente.



**Figura 1.** Transporte y destino de las sustancias químicas en el ambiente  
Fuente: Cortinas, 2002.

#### 4. Importancia de minimizar las compras de sustancias químicas

En la adquisición de una sustancia química todo usuario debe analizar su ciclo de Vida. El costo de compra es solo el principio; los costos de manejo y sus riesgos de seguridad, así como financiamiento humano y los costos de disposición deben considerarse también.

La Asociación Americana de Químicos (ACS por sus siglas en inglés) expone varias razones para considerar la adquisición y manejo de menores cantidades de sustancias químicas en cualquier institución o empresa entre los que cita en su libro *Less is Better: Laboratory Chemical Management for Waste Reduction* (ACS, 1993).

#### **4.1. Consideraciones previas a la compra de sustancias químicas**

Antes de adquirir un reactivo es necesario hacerse algunas preguntas:

¿Estará el material que requiero en otro laboratorio o almacén? Si es así, se reducen los residuos y se ahorra el precio de compra.

¿Cuál es la mínima cantidad que requiero utilizar?

¿Cuál es el máximo tamaño de contenedor permitido o recomendado en el área donde será almacenado?(las cantidades reguladas en el Código de Fuego y políticas institucionales).

¿Podría el reactivo ser manejado con seguridad cuando llegue?

¿Es inestable la sustancia química? Los materiales inherentemente inestables pueden tener una vida de almacenamiento muy corta y podría comprarse justo antes de usarse para evitar perderlos innecesariamente.

¿Se podrá manejar el residuo satisfactoriamente? Será conveniente entonces identificar una apropiada disposición del residuo antes de ordenar el químico.

La adquisición de sustancias químicas debe estar centralizada en una instancia que realice las compras y que distribuya los reactivos a los diferentes departamentos de la institución. De donde se pueda elaborar un reporte de los requerimientos mensual, semestral o anual de la cantidad de cada tipo de químico comprado y la localización a donde es enviado.

Una orden de compra debe incluir en sus requerimientos una hoja de datos de seguridad. Sin embargo, muchos de los distribuidores de laboratorios han establecido una política de enviar cada hoja de datos de seguridad solamente una vez, por lo tanto es factible establecer una red central de las mismas a la que se pueda acceder (NRC, 1995).

#### **4.2. Estrategias para disminuir el consumo de sustancias químicas**

Un manejo prudente de químicos en laboratorios debe comenzar mucho antes de la llegada real de los mismos. Cuando los experimentos se planean cuidadosamente, los trabajadores pueden confiar que en que cumplirán con sus metas de minimizar las cantidades de químicos usados, minimizarán la disposición de materiales peligrosos y minimizarán los riesgos.

Las estrategias para alcanzar dichas metas, también son eficaces para minimizar la exposición de los laboratoristas y almacenistas y personal de recepción de materiales peligrosos (NRC, 1995).

Otra estrategia es el intercambio y rotación de químicos entre laboratorios en una institución, la cual depende del sistema de inventario y de las facilidades de un almacén central en dicho lugar. Algunas instituciones promueven a los usuarios regresar las sustancias a un almacén central para redistribuirlos a otros laboratoristas. El personal del área de almacén central puede actualizar el inventario periódicamente para indicar qué contenedores de las sustancias están disponibles para su cambio o transferencia. Para que un programa de intercambio sea efectivo, es necesario que todos los

usuarios lleguen a un consenso en los estándares que seguirán referente al etiquetado y pureza de los productos químicos.

El intercambio de reactivos de un laboratorio a otro puede ser una alternativa eficaz para un almacén con exceso de productos químicos en instituciones poco dispuestas o incapaces de manejar un almacén central correctamente.

En dicho sistema, los usuarios en el laboratorio conservan la responsabilidad para el almacenamiento de los productos químicos indeseados, pero notifican a sus colegas periódicamente de los materiales disponibles. Un sistema que siga la trayectoria de una sustancia química, facilita grandemente el trabajo (NRC, 1995).

## **5. Inventario de sustancias químicas**

Un inventario es una base de datos que registra las sustancias químicas junto con información esencial para su manejo apropiado. El alcance del inventario no está limitado a materiales obtenidos de fuentes comerciales, puede incluir a químicos sintetizados en laboratorio.

Si son desarrollados los procedimientos para facilitar la actualización de información en los almacenes, el sistema puede hacer un seguimiento de los químicos desde su ingreso. El sistema de seguimiento de sustancias químicas es más complejo que un simple inventario y requiere de más esfuerzo para mantenerlo, pero su impacto favorece a menudo en lo económico y en el uso eficiente y seguro de los químicos en las organizaciones y justifica su uso. Este acercamiento permite una manera más lógica entre el registro de sustancias químicas en la base de datos y los químicos almacenados en el laboratorio. Lo esencial que un sistema de seguimiento debe contener es el nombre impreso en el contenedor, la fórmula química, el número CAS, la fuente y el tamaño del contenedor.

Además, la información del sistema de seguimiento puede utilizarse más ampliamente para consulta de las hojas de datos de seguridad, para conocer la ubicación y responsable del laboratorio, para clasificar las sustancias de acuerdo a su peligrosidad, como una guía para el almacenamiento seguro y disposición; para determinar la fecha de adquisición y asegurarse que los químicos no han sido almacenados más allá de su vida útil (NRC, 1995).

## **6. Almacenamiento de sustancias químicas en almacenes y laboratorios**

Los requerimientos de almacenamiento y las limitaciones para almacenes y laboratorios varía ampliamente dependiendo del tipo de sustancias, del nivel de experiencia de los empleados, del grado de seguridad diseñado, la naturaleza de las operaciones de las sustancias químicas, la accesibilidad al almacén, las regulaciones locales y del estado y de los códigos de construcción y de fuego. Existen también algunas recomendaciones igualmente válidas sobre almacenamiento de químicos propuestas por las mismas compañías fabricantes y distribuidoras de reactivos como Flinn Scientific y J.T. Baker.

Existen algunas regulaciones internacionales, federales, del estado y locales, y que tienen requerimientos específicos que afectan el manejo y almacenamiento de químicos en laboratorios y almacenes, por ejemplo para materiales radioactivos, sustancias controladas (drogas), alcohol consumible, explosivos, agujas, residuos peligrosos, entre otros (NRC, 1995). De tal manera, que estas regulaciones pueden ser tomadas de referencia y aplicarse en nuestro País.

En Estados Unidos el Código Federal de Regulaciones (CFR) contiene las leyes concernientes a sustancias químicas y los estatutos que son parte de la ley los autorizan a las agencias administrativas, como la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) y la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) que desarrollan y publican las regulaciones. Las regulaciones de la OSHA para el almacenamiento de químicos en laboratorio se encuentran en el CFR Título 29; Parte 1910 (29CFR1910), también conocidas como "Estándares Generales de la Industria". Muchas regulaciones de la OSHA tienen requerimientos específicos basados en consensos de estándares, especialmente del Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI), la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA), y otros grupos de estándares voluntarios.

#### **6.1. Regulaciones mexicanas para el almacenamiento de sustancias químicas**

En México existe la Ley Federal del trabajo y la Ley General de Salud con sus respectivos reglamentos, pero no existen normas específicas para el almacenamiento de sustancias químicas en almacenes y laboratorios, ya que son muy generales y aplican en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas. Tal es el caso de las normas oficiales mexicanas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-005-STPS-1998 y la NOM-018-STPS-2000.

##### **6.1.1. NOM-005-STPS-1998, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas".**

Esta norma tiene como objetivo "Establecer en todo el territorio nacional, las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo". En ella se muestran las obligaciones que deben cumplir patrón y trabajador, un programa específico de seguridad e higiene, seguido de una serie de requisitos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas, tales como: inflamables, explosivos, corrosivos, irritantes o tóxicos.

##### **6.1.2. NOM-018-STPS-2000, "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo".**

Esta norma tiene como objetivo "Establecer los requisitos mínimos de un sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, que de acuerdo con sus características físicas, químicas, de toxicidad, concentración y tiempo de exposición, pueden afectar la

salud de los ... (usuarios en el) centro de trabajo". Los requisitos de identificación contenidos en esta norma son básicamente las hojas de datos de seguridad y el sistema de identificación en forma de rombo. El sistema de rombo o diamante permite identificar la peligrosidad de un material, así como el grado de severidad sobre la salud, inflamabilidad y reactividad, que va del cero (mínima peligrosidad) al cuatro (severa peligrosidad).

Por otro lado la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define a los residuos peligrosos como: "Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezcla de ellos, que en cualquier estado físico representan un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas" (características CRETIB).

## **7. Consideraciones generales para el almacenamiento de sustancias químicas**

Algunas de las consideraciones más básicas y elementales en el almacenamiento de sustancias químicas son las siguientes: localizar el tipo y cantidad de las sustancias químicas en un lugar de almacenamiento definitivo (y regresarlas a su locación de uso), separar las sustancias por compatibilidad y almacenarlas alfabéticamente dentro de grupos compatibles, considerando que los recipientes en los que se encuentren sean los más apropiados (ventilados si las sustancias son volátiles) y que las etiquetas de las sustancias sean adecuadas para que permitan localizarlas rápidamente (NRC, 1995).

### **7.1. Almacenamiento de sustancias corrosivas**

Los materiales químicos corrosivos que se utilizan en un laboratorio son usualmente ácidos y/o bases fuertes. La inhalación de sus vapores puede causar severa irritación bronquial y por contacto puede dañar seriamente la piel y a los ojos. Los recipientes de los líquidos corrosivos deben almacenarse de forma individual, ya que pueden reaccionar entre sí ocasionando accidentes. Lo adecuado es utilizar gabinetes especiales para su almacenamiento, que sean resistentes a la corrosión, etiquetados con cinta de color blanco como lo indica el sistema de código de color de almacenamiento J.T. Baker y con un letrero alusivo al peligro involucrado. Ejemplo de sustancias corrosivas: el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, hidróxido de amonio, entre otros (Pipitone, 1991; NRC, 1995).

### **7.2. Almacenamiento de sustancias explosivas**

Las sustancias explosivas son aquellas que en estado sólido, líquido o gaseoso, que por un incremento de temperatura o presión sobre una porción de su masa, reaccionan repentinamente, generando altas temperaturas y presiones sobre el medio ambiente circundante (NOM-005-STPS-1998).

El primer paso es determinar cuáles químicos tienen potencial de ser explosivos y comprender los riesgos asociados a ellos. Una vez identificados, es necesario contar con un inventario efectivo de

estas sustancias para poder controlarlas. Entre las sustancias explosivas de mayor cuidado son las formadoras de peróxidos.

Las sustancias formadoras de peróxidos son sensibles al aire, luz, golpes y cambios de temperatura, por lo que es necesario controlar las condiciones y el tiempo de almacenamiento (Anderson, K y Benedict, K., 2000). Algunas de las sustancias formadoras de peróxidos se agrupan en tres grupos como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Sustancias potencialmente formadoras de peróxidos**

El grupo A se conforma de sustancias que forman peróxidos durante su almacenamiento y son potencialmente explosivas aún sin que se concentren por efecto de la evaporación o destilación. Se recomienda no almacenar estas sustancias por más de tres meses ya que se ha asociado a severos accidentes (incluyendo fatalidades). Ejemplos:

Butadieno	Cloruro de vinilideno	Isopropil éter
Amida de potasio	Cloropreno	Metal potasio
Amida de sodio	Divinal acetileno	Tetrafluoroetileno

El grupo B incluye las sustancias que son un riesgo si los peróxidos se concentran por efecto de la evaporación o destilación. Se recomienda realizar pruebas para la detección de formación de peróxidos periódicamente, o bien, usarlos o eliminarlos después de un año de adquiridos. Ejemplos:

Acetal	Decahidronaftaleno	1-feniletanol, 2-feniletanol
Acetaldehído	Diacetileno	2-hexanol, 2-pentanol, 2-propanol
Alcohol bencílico	Dietil éter	Metilacetileno
2-Butanol	Dietilen glicol dimetil-éter	Metilciclopentano
Ciclohexano	Dioxano	Metilisobutilcetona
Ciclopentano	Etilenglicoldimetiléter	Tetrahidrofurano
2-Ciclohexano-1-ol	Ésteres de vinilo	Tetrahidronaftaleno
Clorofluoroetileno	Éter dietílico	
Cumeno	Furano	

El grupo C incluye aquellas sustancias que son un riesgo debido a la formación de peróxidos por polimerización, principalmente para los que se encuentran en estado líquido. Ejemplos:

Ácido acrílico	Clorotrifluoroetileno	Vinilacetileno
Acronitrilo	Estireno	Vinilcloruro
Butadieno	Metilmetacrilato	Vinilpindina
Clorobutadieno	Tetrafluoroetileno	

Fuente: Clark, D. E. 2001.

Otros químicos explosivos son los compuestos multinitro aromáticos, tales como el ácido pícrico y hexanitrodifenilamina, con aplicación de tipo militar en explosivos.

### 7.3. Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles

El estándar de la NFPA 45 (NFPA, 1991d) limita la presencia o el almacenamiento de cantidades de líquidos inflamables y combustibles por cada 100 pies<sup>2</sup> de espacio de laboratorio. La cantidad depende de cuatro factores: 1) el tipo de laboratorio (si es institucional, de investigación o desarrollo); 2) el almacenamiento de los líquidos inflamables en gabinetes o recipientes para líquidos inflamables; 3) el sistema de protección contra el fuego en el laboratorio y 4) la construcción del laboratorio.

Muchos laboratorios tienen limitado el almacenamiento para líquidos combustibles y inflamables dependiendo al sistema de extinguidores que tengan (Tabla 3) (NRC, 1995).

**Tabla 3.** Límites de almacenamiento para líquidos inflamables y combustibles en laboratorios

Clase de líquidos	Punto de inflamación (°C)	Cantidad (galones/100 pies <sup>2</sup> )
Clase I Inflamables	>38	4
Clase II Combustibles	38-60	4
Clase III A Combustibles	60-93	12
Clase III B Combustibles	<93	ilimitada

El tamaño del contenedor para almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles está limitado por los estándares 30 y 45 de la NFPA y por la OSHA. Estas limitaciones a su vez, están basadas en el tipo de contenedor y deben ser etiquetados con cintas de color rojo para indicar su característica de inflamabilidad (Tabla 4).

**Tabla 4.** Volumen de líquidos inflamables y combustibles de acuerdo con el tipo de contenedor

Contenedor	Líquidos inflamables		Líquidos inflamables		Líquidos inflamables		Líquidos Combustibles		Líquidos combustibles	
	Clase IA		Clase IB		Clase IC		Clase II		Clase IIIA	
	Lt	Gal	Lt	Gal	Lt	Gal	Lt	Gal	Lt	Gal
Vidrio	0.5	0.12	1	0.25	4	1	4	1	4	1

Metal o plástico aprobado	4	1	20	5	20	5	20	5	20	5
Canastas seguras	75	2	20	5	20	5	20	5	20	5
Recipiente metálico	60		60		60		60		60	

Fuente: NRC, 1995.

#### 7.4. Almacenamiento de sustancias reactivas

Las sustancias reactivas son compuestos oxidantes fuertes como los cloratos, bromatos, yodatos, percloratos, permanganatos y nitratos. Pueden producir fuego y explotar al contacto con compuestos orgánicos y sustancias oxidables (Mahn, 1991; NRC, 1995).

Es recomendable requerir solo las cantidades necesarias de estas sustancias para su uso inmediato. Así como también, etiquetar con cintas de color amarillo, fechar e inventariar todos los materiales reactivos que se tengan tan pronto sean recibidos. Una vez pasada su fecha de expiración no es aconsejable abrir los contenedores.

Los líquidos de peróxidos o formadores de peróxidos, son sustancias muy reactivas que se deben almacenar cuidadosamente. Por ejemplo, los envases de estas sustancias no deben de abrirse si presentan la formación cristales o precipitado. Al almacenarse debe de hacerse en bandejas de cerámica o vidrio bastante grandes para contener los recipientes y estos a su vez, estén alejados de la luz y el calor.

#### 7.5. Almacenamiento de sustancias tóxicas

Los materiales tóxicos son aquellas sustancias que al ingerirse, inhalarse o absorberse a través de la piel tienen la habilidad de causar daño al tejido vivo y al sistema nervioso y en casos extremos pueden causar la muerte (Lewis, 1993). Para evitar un accidente es necesario al menos etiquetar los frascos con cintas de color azul.

Las cantidades requeridas para producir un efecto dañino son muy variables y dependen de la naturaleza de la sustancia y del tiempo de exposición (Mahn, 1991; Lewis, 1993).

La toxicidad se evalúa objetivamente en animales de experimentación bajo condiciones controladas. La tabla 5 muestra los criterios de clasificación para las sustancias tóxicas.

El almacenamiento de químicos conocidos como altamente tóxicos (incluyendo carcinogénicos) debe hacerse en lugares ventilados y en recipientes secundarios que sean irrompibles y resistentes. Las áreas de almacenamiento deberán estar controladas y contar con señalamientos que digan: "peligro,

veneno” y restringir el acceso a personas no autorizadas a dichas áreas (Mahn, 1991; Flinn Scientific, 1996).

**Tabla 5. Criterios de clasificación para las sustancias tóxicas**

Clasificación	Descripción	DL <sub>50</sub> ratas (mg/kg)	*CL <sub>50</sub> (ppm)	DL <sub>50</sub> (adultos probable)
1	Extremadamente tóxico	Menor de 1	Menor de 10	1 granito
2	Altamente tóxico	1-50	10-100	4 cucharadas
3	Moderadamente tóxico	50-500	100-1000	30 gramos
4	Levemente tóxico	500-5000	1000-10000	250 gramos
5	Prácticamente no tóxico	5000-15000	10000-100000	1 kilogramo
6	Relativamente no peligroso	Mayor de 15000	Mayor de 100000	Mayor de un kilogramo

\*Concentración de la sustancia en el aire que provoca que el 50% de los animales de prueba muera en 4 horas.

\*Dosis en la que el 50% de los animales de prueba mueren.

Fuente: Mahn, 1991.

### 7.6. Almacenamiento de sustancias carcinogénicas

Las sustancias carcinogénicas son aquellas sustancias o preparados que a consecuencia de una exposición inhalatoria, oral o cutánea puede producir o aumentar las posibilidades de contraer cáncer ([www.sprl.upv.es/IOP\\_SQ\\_11.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_11.htm), 2004).

Para saber si una sustancia es carcinogénica se deberá revisar en la etiqueta la frase R, la cual para el caso de sustancias carcinogénicas deberá ser la frase R45 o R49 o consultar la hoja de datos de seguridad ([www.sprl.upv.es/IOP\\_SQ\\_11.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_11.htm), 2004).

El principio de almacenamiento para sustancias carcinogénicas tiene como paso inicial realizar un inventario actualizado de estas sustancias, el siguiente paso será definir el lugar en donde se encontrarán (armario o recinto específico bajo llave y rotulado) y finalmente asignar a un responsable para la inspección y control de las mismas.

De manera adicional al inventario será obligatorio para los responsables del manejo de estas sustancias, especificar el uso de éstas, la operación a la que va a ser destinada, la persona responsable de la operación y las personas que participan en esta ([www.sprl.upv.es/IOP\\_SQ\\_11.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_11.htm), 2004).

En la tabla 6 se muestra un listado de compuestos carcinogénicas de acuerdo con la Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer (IARC):

**Tabla 6.** Compuestos carcinogénicos evaluados por IARC y/o la NTP

A. Carcinogénico en Humanos	B. Probable Carcinogénico en Humanos
Aflatoxina	Archilamida
4-Aminobifenil	Acrlonitrilo
Arsénico y compuestos de arsénico	Adriamicina
Asbestos	2-Amino-3-metilimidazo[4,5f]quinolina
Azatiofrina	Azacitidina
Benceno	Benz(a)antraceno
Bencidina	Benzo(a)pireno
Berilio y compuestos de berilio	Biscloroetilnitrosourea
Bis(clorometil) éter	Bromuro de vinil
1,4-Butanediol dimetano sulfonato	1,3-Butadieno
Cadmio y compuestos de cadmio	Captofol
Ciclofosfamida	Cloramfenicol
Ciclosporin	CCNU
Clorambucil	<i>p</i> -Cloro- <i>o</i> -toluidina
Clomafacina	Clorozotocina
Cloruro de vinil	Cisplatín
Compuestos de cromo	Dibenz(a,h)antraceno
Dietilestibestrol	Dibromuro etileno
Dióxido de torio	Dietil sulfato
Heroinita	Dimetilcarbamil cloruro
Melfalán	Dimetil sulfato
8-Metoxiforsaleno plus UV	Dimetilcarbamil cloruro
Metil-CCNU	Dimetil sulfato
2-Naftilamina	Epíclorohidrina
Níquel y compuestos de níquel	Fenacetina
Óxido de etileno	Fluoruro de vinil
Radón	Formaldehído
Tiotepa	Hidrocloreuro de Procarbicina
Treosulfán	<i>N</i> -Etil- <i>N</i> -nitrosourea
	5-Metoxiforsaleno
	4,4'-Metileno-Bis(2-cloroanilina)

	<i>N</i> -Metil- <i>N</i> -nitrosoourea <i>N</i> -Metil- <i>N'</i> -nitrosoourea <i>N</i> -Metil- <i>N'</i> -nitro- <i>N</i> -nitrosoguanidina <i>N</i> -nitrosoetilamina Óxido de propileno Óxido de estireno Sílica cristalina Tetracloroetileno 1,2,3-Tricloropropano Tris(2,3-dibromopropil) fosfato
--	---

Fuente: Actualizado a través de los monográficos del Vol. 65 de la IARC y citado por Alaimo, R. J. 2001.

### 7.7. Almacenamiento de sustancias controladas

Una sustancia controlada es definida como tal porque está regulada por varias agencias federales y del estado. Estas sustancias pueden provocar un efecto estimulante, depresivo o alucinógeno sobre las funciones más altas del sistema nervioso central. Las sustancias son categorizadas en clases del I al V en base al potencial de abuso y adicción.

Las clases I y II son en su mayoría reguladas, e incluye las drogas más reconocidas, y el LSD (ácido lisérgico dietilamida por sus siglas en inglés), ambos de la clase I, mientras que la codeína y oxicodeína HCl, pertenecen a la clase II. Los compuestos de la clase I no tienen un uso médico aceptado en los Estados Unidos, mientras que la clase II podría tener algún uso. Los compuestos de la clase III incluye a muchos estimulantes y depresivos, inmunizadores al dolor, y anestésicos de uso veterinario (cetamina), y algunos esteroides anabólicos, mientras que la clase IV cubre el resto de estimulantes y depresivos de bajo abuso potencial (diazepam, cloral hidrato). Ambos de bajo abuso potencial y son prescritos para uso médico. La clase V incluye mezclas de drogas terapéuticas con cantidades limitadas de sustancias controladas; ellos tienen bajo potencial físico o fisiológico para crear dependencia. Cada una de ellas tiene asignado un código numérico de sustancia controlada (Wawzyniecki, S. 2004). Algunos ejemplos de Códigos numéricos controlados por la DEA son mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Ejemplos de sustancias controladas por la DEA

Clase I		Clase II	
Codeína-N-Óxido	9053	Codeína	9050
Dihidromorfina	9145	Morfina	9300
Metacualone	2565	Tebaina	9333

Heroína	9200	Pentobarbital	2271
Clase III		Clase IV	
Ácido lisérgico	7300	Dextopropoxifeno	9278
Nalorfina	9400	Barbital	2145
Esteroides anabólicos	4000	Fenfluramina	1670
Clase V			
Buprenorfina	9064		
Pirovalerona	1485		

En Estados Unidos la administración Para el Control de Drogas (por sus siglas en inglés DEA) es la agencia federal para la reglamentación de drogas y químicos, pero no es el único cuerpo regulatorio que las controla. Los estados de forma individual también tienen varias agencias que trabajan en conjunto con la DEA en la aplicación de las regulaciones de sustancias controladas (Alaimo, R. J. 2001).

En México, la Secretaría de Salud en unión de otras organizaciones, elaboraron la Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA2-1999 Para la prevención, tratamiento y control de las adicciones, cuyo objetivo es establecer los procedimientos y criterios para la prevención y control de las adicciones. En ella se establecen acciones de prevención de riesgo asociados al consumo de sustancias adictivas, estrategias de detección temprana y tratamiento oportuno para lograr y mantener la abstinencia en la persona afectada.

### **8. Sistema de almacenamiento de las sustancias químicas**

El almacenamiento o distribución física de los productos es un elemento clave dentro de los aspectos del manejo seguro de estas sustancias, debido a los riesgos de peligrosidad e incompatibilidad que poseen estos productos. Existen varios métodos de almacenamiento propuestos por las compañías fabricantes de reactivos que utilizan colores, letras o números para su clasificación basados en las características de peligrosidad y compatibilidad. Algunos de los sistemas de almacenamiento de sustancias químicas que existen son el sistema de código de color para el almacenamiento perteneciente a J.T. Baker y el esquema de Flinn Scientific (Álvarez y cols., 1997).

#### **8.1. Sistema de almacenamiento J.T. Baker**

Este sistema utiliza un código de color para el almacenamiento de los productos químicos, en el cual cada color indica un riesgo específico (Tabla 8).

**Tabla 8.** Sistema de código de color para el almacenamiento de las sustancias químicas de acuerdo a J.T. Baker

Color	Característica
Rojo	Riesgo de inflamabilidad; almacenar en un área de reactivos inflamables, de preferencia en un gabinete especial para inflamables.
Franjas rojas	Riesgo de inflamabilidad; no almacenar en la misma área de las sustancias codificadas con rojo.
Amarillo	Riesgo de reactividad; almacenar separados de otros reactivos (oxidantes)
Franjas amarillas	Riesgo de reactividad; no almacenar con otros reactivos de código amarillo; almacenar separados
Blanco	Riesgo de corrosividad por contacto; almacenar separados, en un gabinete a prueba de corrosión
Franjas blancas	Riesgo de corrosividad por contacto; no compatible con los reactivos de código blanco
Azul	Riesgo de toxicidad, veneno, almacénese en un área segura
Verde	Ningún riesgo especial

Fuente: Mahn, 1991.

## 8.2. Sistema de almacenamiento Flinn Scientific

El esquema Flinn Scientific consiste en separar los compuestos orgánicos e inorgánicos y posteriormente subdividirlos en familias relacionadas con su compatibilidad (Tabla 9).

**Tabla 9.** Sistema de almacenamiento de sustancias químicas por compatibilidad según Flinn Scientific.

Familia	Inorgánicos	Familia	Orgánicos
1	Metales, hidruros	1	Ácidos, aminoácidos, anhídridos, perácidos
2	Acetatos, haluros, yoduros, sulfatos, sulfitos, tiosulfatos, fosfatos, halógenos	2	Alcoholes, glicoles, azúcares, aminas, amidas, iminas, imidas
3	Amidas, nitratos (excepto nitrato de amonio), nitritos, azidas	3	Hydrocarburos, ésteres, aldehídos, aceites
4	Hidróxidos, óxidos, silicatos, carbonatos, carbón	4	Éteres, cetonas, hidrocarburos halogenados, óxido de etileno
5	Sulfuros, selenuros, fosfuros, carburos, nitruros	5	Compuestos epoxi, isocianatos
6	Cloratos, bromatos, cromatos, yodatos, cloritos, hipocloritos, percloratos, ácido perclórico,	6	Peróxidos, hidroeróxidos, azidas
7	peróxidos, peróxido de hidrógeno	7	Sulfuros, polisulfuros, sulfóxidos, nitrilos.
8	Arsenatos, cianidas, cianatos, cianuros	8	Fenoles, cresoles
8	Boratos, cromatos, manganatos, permanganatos	9	Colorantes, tintas, indicadores
9	Acidos (excepto nítrico), el ácido nítrico se almacena separado		Misceláneos
10	Sulfuro, fósforo, arsénico, pentóxido de fósforo		

Fuente: Flinn Scientific, 1996.

Una vez separados los compuestos y subdivididos en familias, se asigna un número de anaquel o de repisa para cada familia (Figuras 2 y 3).

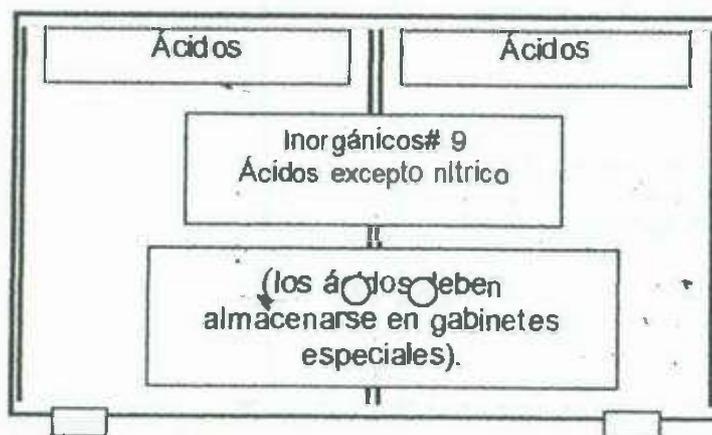
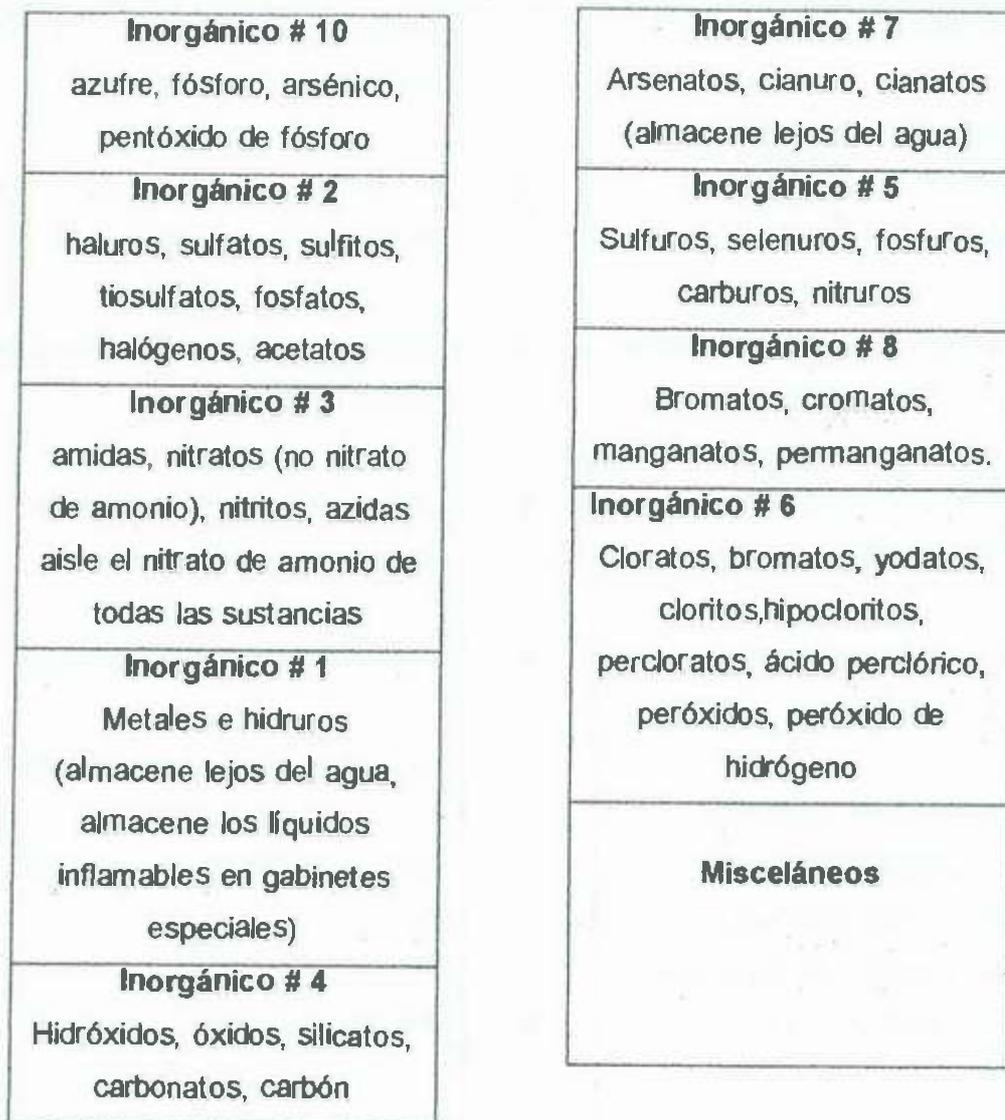
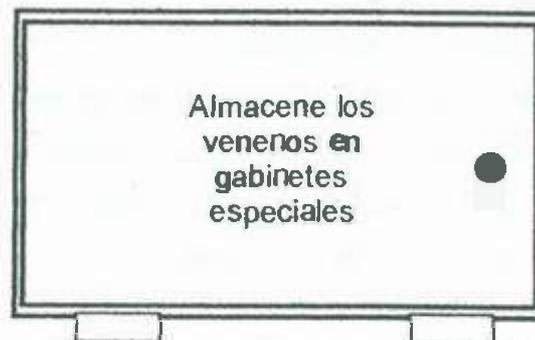
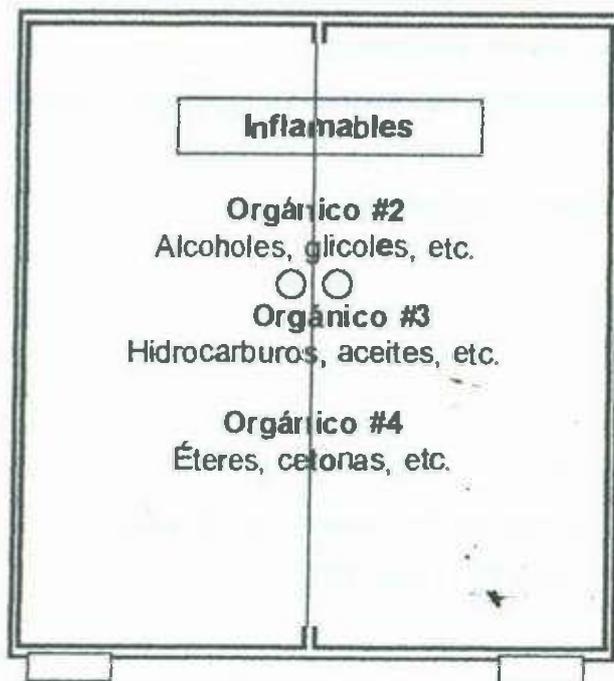


Figura 2. Esquema de almacenamiento de productos químicos inorgánicos en estantes, de acuerdo a la asignación de número de repisas por familia de compatibilidad según Flinn Scientific.

Fuente: Flinn Scientific, 1996.

<p><b>Orgánico# 2</b> Alcoholes, glicoles, azúcares, aminas, amidas, iminas, imidas (almacene en gabinetes especiales)</p>
<p><b>Orgánico# 3</b> Hidrocarburos, aceites, ésteres, aldehídos</p>
<p><b>Orgánico # 4</b> Éteres, cetonas, hidrocarburos halogenados, óxido de etileno (almacene en gabinetes especiales)</p>
<p><b>Orgánico # 5</b> Compuestos epoxi, isocianatos</p>
<p><b>Orgánico# 7</b> Sulfuros, polisulfuros, etc.</p>

<p><b>Orgánico# 8</b> Fenoles, cresoles</p>
<p><b>Orgánico# 6</b> Peróxidos, azidas, hidroperóxidos</p>
<p><b>Orgánico# 1</b> Ácidos, aminoácidos, anhídridos, peróxidos (almacene ciertos ácidos orgánicos en un gabinete ácido)</p>
<p><b>Orgánico# 9</b> Colorantes indicadores</p>
<p><b>Misceláneos</b></p>



**Figura 3.** Esquema de almacenamiento de sustancias orgánicas en estantes, de acuerdo a la asignación de número de repisa por familias de compatibilidad según Flinn Scientific.

Fuente: Flinn Scientific, 1996.

## **9. Implementación de base de datos computarizadas**

La implementación de un sistema de manejo de información computarizado permite registrar el inventario de químicos almacenados, organizarlos, clasificarlos y actualizar las hojas de datos de seguridad (HDS), permite darle seguimiento a los químicos, actualizar los datos, reportar incidentes y datos de seguridad y salud. Algunos ejemplos de base de datos computarizadas se mencionan a continuación (Pipitone, 1991).

### **9.1. Microcomputadoras**

Las microcomputadoras ofrecen la ventaja de brindar un acceso seguro (controlado) y la disponibilidad de los datos en el momento deseado.

Los volúmenes de datos son almacenados digitalmente y accedidos instantáneamente. La forma más común de este medio electrónico es el CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory). Entre algunas de las características que ofrece el CD-ROM es que evita la interrupción de la transmisión de los datos y los costos asociados con la red de telecomunicaciones.

Las bases de datos de CD-ROM pueden ofrecer información general de salud, impacto ambiental, residuos peligrosos, respuesta a emergencia, entre algunos otros.

Estos software se encuentran disponibles en el comercio y se caracterizan por un amplio índice de funciones y la capacidad de "ayuda", cuentan con la opción de hacer etiquetas, de proporcionar información sobre riesgos para la salud y precauciones de derrames y requerimientos legales de la localidad y del estado.

La información que se recomienda que un software maneje es la siguiente:

Registro de químicos o residuos, reportes y cumplimiento de asistencia (ejemplo manifiestos, etiquetas, generación de reportes).

Referencia de sustancias químicas y sus propiedades (por ejemplo HDS).

Facilidad para monitorear químicos y residuos.

Asistencia para tratamiento y pretratamiento de residuos

Monitoreo ambiental (ejemplo agua).

Modelos de dispersión de aire.

Información acerca de planes de respuesta a emergencia.

Regulación e historial de accidentes y registro de incidentes a nivel Federal y del Estado.

Asistencia en manejo y operación (ejemplo NPDES y RCRA) (Pipitone, 1991).

## 9.2. El Sistema de Manejo de Inventario Químico (ChIM)

ChIM es un software para el control de inventarios que tiene implementado el sistema de código de barras (ChIM).

Algunas de las ventajas de ChIM al utilizar código de barras es que puede automatizar tareas rutinarias tales como recepción, transferencia o disposición, puede añadir registros de una gran variedad de etiquetas, puede incluir referencias acerca de productos de marcas comerciales tales como Aldrich, Sigma, Fluka, Supelco y J.T. Baker. Sin un sistema de código de barras el mantenimiento del inventario requerirá procedimientos manuales de conteo y revisión que se repetirán año con año.

La marcación de código de barras en contenedores químicos y locaciones es una función central en inventarios automatizados. Los código de barras eliminan la entrada repetida de información proporcionada a un contenedor y locación.

En el sistema ChIM puede incluirse etiquetas de código de barras, colectores portables de datos, y escáner para datos exactos; imprimir código de barras para etiquetas; CD-ROM de Hojas de Datos de Seguridad para ficheros de datos extensos; interfases de encargo (para compras por ejemplo) para reducir la entrada repetida de datos.

Para minimizar el tiempo requerido para registrar la adición al inventario, ChIM entrega un juego de datos que incluye más de 100,000 de registros referidos por la Chemical Abstract Services (CAS) y por el vendedor y número de productos de vendedor. El usuario comienza a hacer su inventario con una lista entera de productos de la familia Sigma-Aldrich y J.T. Baker. Además, provee una lista extensa de sinónimos y recomendaciones del equipo de protección personal en el laboratorio.

ChIM entrega una lista de códigos de la NFPA, lista de Sustancias Altamente Peligrosas, lista de la Acción de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA por sus siglas en inglés).

## 9.3. Elaboración de inventario de acuerdo a ChIM

En la realización del inventario se aplica una etiqueta con código de barras a cada posición donde las sustancias químicas son almacenadas por ejemplo, el almacén, laboratorio, o cualquier lugar donde se guarden reactivos. La etiqueta de código de barras contiene un solo número-como un código postal-que únicamente identifique a esa locación.

El inventario puede completarse sobre el ordenador personal o cargar ChIM sobre ordenadores portátiles para capturar la información en el campo y usar ChIM en el almacén o laboratorio para transferir después los datos a un servidor central.

Durante el inventario inicial se accesan los datos sobre la sustancia química, incluyendo la posición de almacenaje. Después se colocará la etiqueta de código de barra enumerada en cada contenedor químico.

## 10. Situación actual del manejo de los materiales y residuos químicos en la Universidad de Sonora

La Universidad de Sonora se manifestó como generador de residuos peligrosos químicos ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el año 2001, a través del Programa Institucional de Salud y Seguridad Ambiental de la Universidad de Sonora (PISSA-UNISON). De acuerdo con el trabajo realizado se tienen datos de los residuos peligrosos generados por la UNISON desde el año 2000 al 2003 (Figura 4) (Álvarez y cols., 2002).

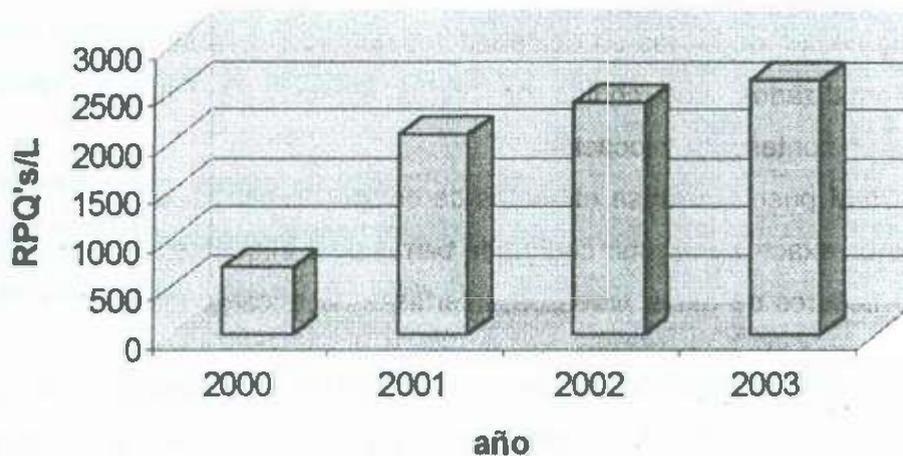


Figura 4. Cantidad anual de residuos peligrosos químicos reportados al PISSA-UNISON

De acuerdo con la figura es posible observar que cada año hay una mayor cantidad de residuos peligrosos químicos reportados al PISSA-UNISON y por lo tanto, un mayor control de los mismos.

Conforme con estos datos y conforme a la nueva Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, vigente en México desde enero del 2004, la Universidad de Sonora se clasifica como un pequeño generador de residuos, ya que rebasa los 400 Kg al año, pero es menor a los 10000 Kg que se requieren para pasar a la categoría de grandes generadores.

Sin embargo, además del impacto de los residuos peligrosos, uno de los principales impactos ambientales negativos derivados de las actividades de la universidad y que a la fecha falta controlar y prevenir es la adquisición y el manejo de las sustancias químicas en los almacenes y laboratorios.

Actualmente la mayoría de los laboratorios y almacenes de la Universidad de Sonora (UNISON), no llevan un registro suficientemente detallado y actualizado de los materiales químicos que utilizan, lo cual imposibilita a la institución contar con información centralizada acerca del tipo y cantidad de las sustancias presentes en el campus universitario. Normalmente la adquisición de las sustancias en la UNISON, se hace a través del Departamento de Compras por solicitud expresa realizada por los Departamentos de la institución. Sin embargo, el ingreso de sustancias puede provenir también de

donaciones de otras instituciones o por trato directo entre proveedor y responsable de laboratorio. El mecanismo de adquisición de sustancias químicas utilizado actualmente (Figura 5), no permite conocer la cantidad y el tipo de sustancias presentes en la institución, ya que al momento en que el proveedor entrega un producto no se hace un registro individual que permita seguir su trayectoria en la UNISON.

La mayor parte de las sustancias químicas de los Departamentos de Ingeniería, Ciencias Químico Biológicas y Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos, se encuentran almacenadas en los mismos laboratorios, a excepción de 2 almacenes centrales pertenecientes a Químico Biólogo y uno de Ingeniería Química. La mayoría de estos lugares no tiene espacios adecuados para funcionar como almacenes y no llevan un registro suficientemente actualizado de los materiales existentes que utilizan y por lo tanto, la institución no cuenta con información centralizada y detallada, lo cual imposibilita conocer el tipo y cantidad de las sustancias que poseen. Así como también, carecen de métodos adecuados de almacenamiento de sustancias químicas basados en la peligrosidad y compatibilidad. Esta situación se manifiesta entre otras cosas en la acumulación de materiales caducos que no fueron utilizados durante su etapa útil y en la compra innecesaria de material químico. De acuerdo al inventario realizado durante la primera etapa de este trabajo en los almacenes de sustancias químicas de los DCQB, DIPA e IQM. Durante la realización del inventario se observó que ningún laboratorio y almacén de los tres Departamentos tiene un registro de las sustancias presentes de manera actualizada. Las sustancias no están ordenadas de acuerdo a su compatibilidad y peligrosidad. Las sustancias caducas se encuentran almacenadas junto a las no caducas. Los responsables de laboratorio no tienen hojas de datos de seguridad y desconocen qué sustancias tienen, cuánto tienen, qué tiempo tienen almacenadas y cómo deben acomodarse debido a que nunca han recibido capacitación al respecto. Además, en la mayoría de ellos se almacena además de las sustancias químicas, material químico como pipetas o balanzas.

Debido al poco tiempo y al número de laboratorios (23) y 3 almacenes correspondientes a la DCQB y al DIQM, fue imposible en ese momento realizar el acomodo de las sustancias en todos ellos, sin embargo el almacén central del DCQB del edificio 5N, fue el único en donde se logró acomodar las sustancias químicas inorgánicas que corresponden a la mitad de las sustancias contenidas en el almacén, se removieron alrededor de 20 sustancias caducas y se enviaron como residuos al PISSA-UNISON.

De acuerdo con los datos recopilados durante el inventario, se registraron 891 sustancias químicas diferentes utilizadas por los tres Departamentos. Las sustancias más abundantes se muestran en la tabla 10.

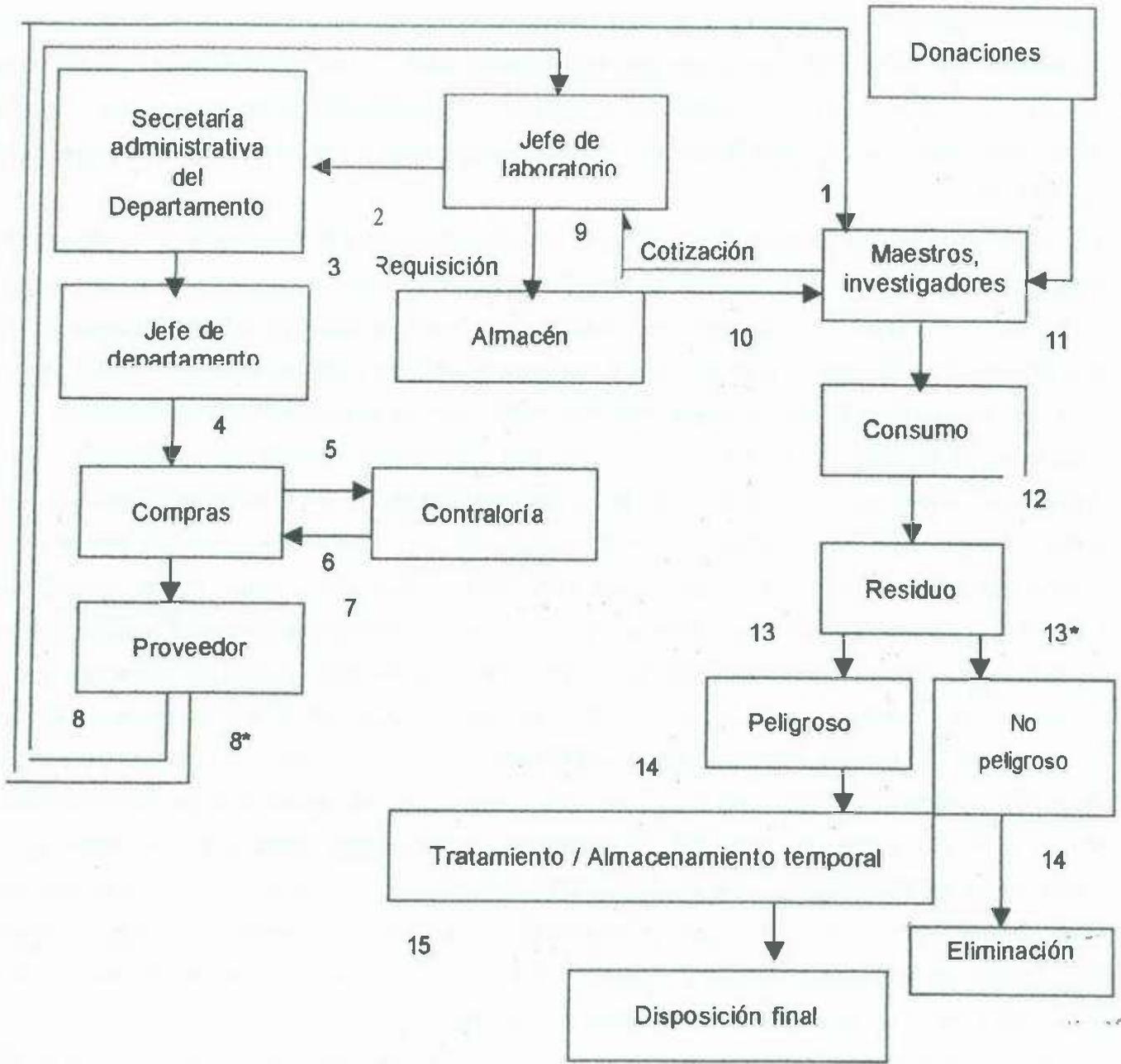


Figura 5. Ciclo de vida de los materiales y residuos químicos en la UNISON

**Tabla 10.** Ejemplos de sustancias más abundantes presentes en los DCQB, DIPA y DIQM

Sustancias más abundantes	
Acetato de sodio y potasio	Carbonato de sodio
Ácido clorhídrico	Cloruro de amonio
Ácido clorhídrico	Colorante azul brillante
Ácido sulfúrico	Éter etílico y de petróleo
Ácido nítrico	Hidróxido de amonio
Alcoholes	Hipoclorito
Bromo	Sulfito ferroso
Bromato de sodio y potasio	Sulfuro de hierro y plomo
Bromuro de amonio	Yoduro mercurioso y de sodio

Entre las sustancias peligrosas más comunes se encontraron, al ácido pícrico, fenol, cianuro, bromo y mercurio en su forma oxidada, como cloruro o yoduro de mercurio. Las sustancias más peligrosas de se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11.** Sustancias más peligrosas

Corrosivas	Reactivas	Explosivas	Tóxicas	Inflamables	Carcinogénicas
ácido clorhídrico	Clorato de sodio y potasio	Ácido pícrico	Arsénico	Acetona	Arsénico
benceno	Bromato de sodio y potasio	Amida de sodio y potasio	Bromo	Éter de petróleo	Benceno
oxalato de amonio	Nitrato	Isopropil éter	Cianuro	Hexano	Cadmio y compuestos de cadmio
tolueno	Perclorato	Metal potasio	Fenol	Metanol	Dimetil sulfato
yodo	Permanganato de potasio		Colorantes	o-toluidina	Formaldehído

La gestión de las sustancias químicas dentro de la universidad, involucra la adquisición, almacenamiento, consumo en el laboratorio, generación de residuos peligrosos y no peligrosos, tratamiento, disposición final y/o eliminación. Por esta razón, y para fines de este trabajo, se ha

propuesto implementar en la universidad un programa de gestión en la etapa de adquisición y almacenamiento de reactivos encaminada a mejorar el manejo de las sustancias químicas (Figura 6).

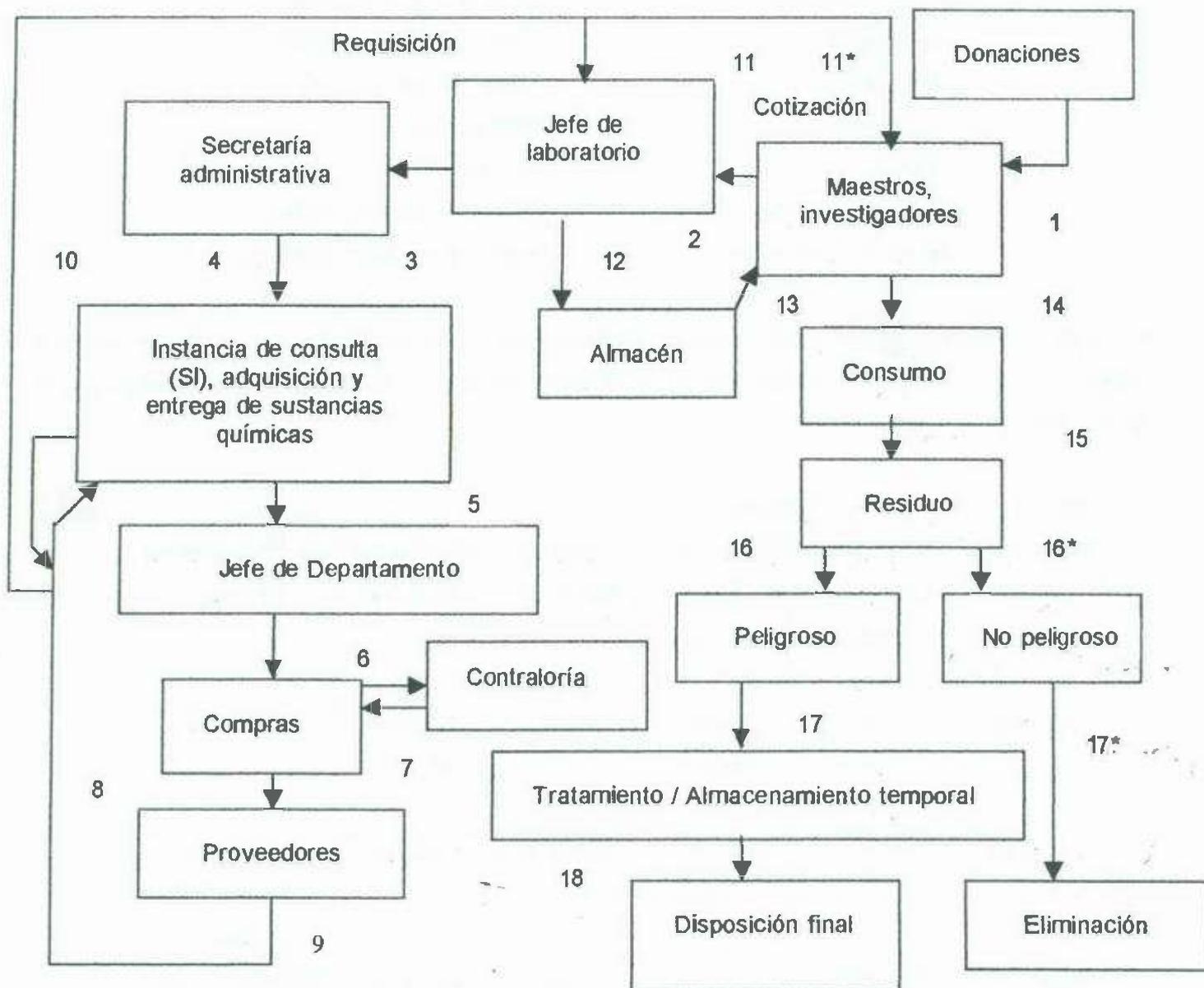


Figura 6. Ciclo de vida de los materiales y residuos químicos en la UNISON propuesto por el programa.

Esta estrategia va encaminada a almacenar las sustancias químicas por compatibilidad y peligrosidad e implementar un sistema de información que comprenda un inventario actualizado y completo, como viene siendo el computarizado, basado en las características de peligrosidad y compatibilidad de las sustancias de acuerdo con las normas oficiales pertinentes y recomendaciones, que permita centralizar la información de cada área de almacenamiento y de esta manera conocer entre otras cosas, qué sustancias se tienen y qué cantidad se dispone de ellas en cada uno de los almacenes de reactivos, dónde y bajo la responsabilidad de quién se encuentran.

## Capítulo 2

### 11. La Norma Ambiental ISO 14001

La Norma Ambiental ISO 14001 fue escrita como norma de consenso en cerca de 50 países participantes en su desarrollo y más de 100 países la han adoptado como una norma internacional o estándar. La norma es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y se acomoda a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. Puede aplicarse a todas las partes o a una parte cualquiera de una organización y/o actividades, productos o servicios.

Entre los requisitos generales de la norma, esencialmente exige establecer y mantener un Sistema de Gestión Medioambiental que comprende la estructura de la organización, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, revisar y mantener el plan de acción medioambiental.

La norma cuenta con cinco elementos principales como se muestra en la figura 7: política, plan de acción, implementación y operación, chequeo y revisión de la gestión. Estos elementos interaccionan unos con otros para formar la estructura en una aproximación sistemática a la gestión ambiental, con el resultado de una mejora continua de todo el sistema y finalmente de la eficacia medioambiental (Woodside G., y Aurichio P. 2001).

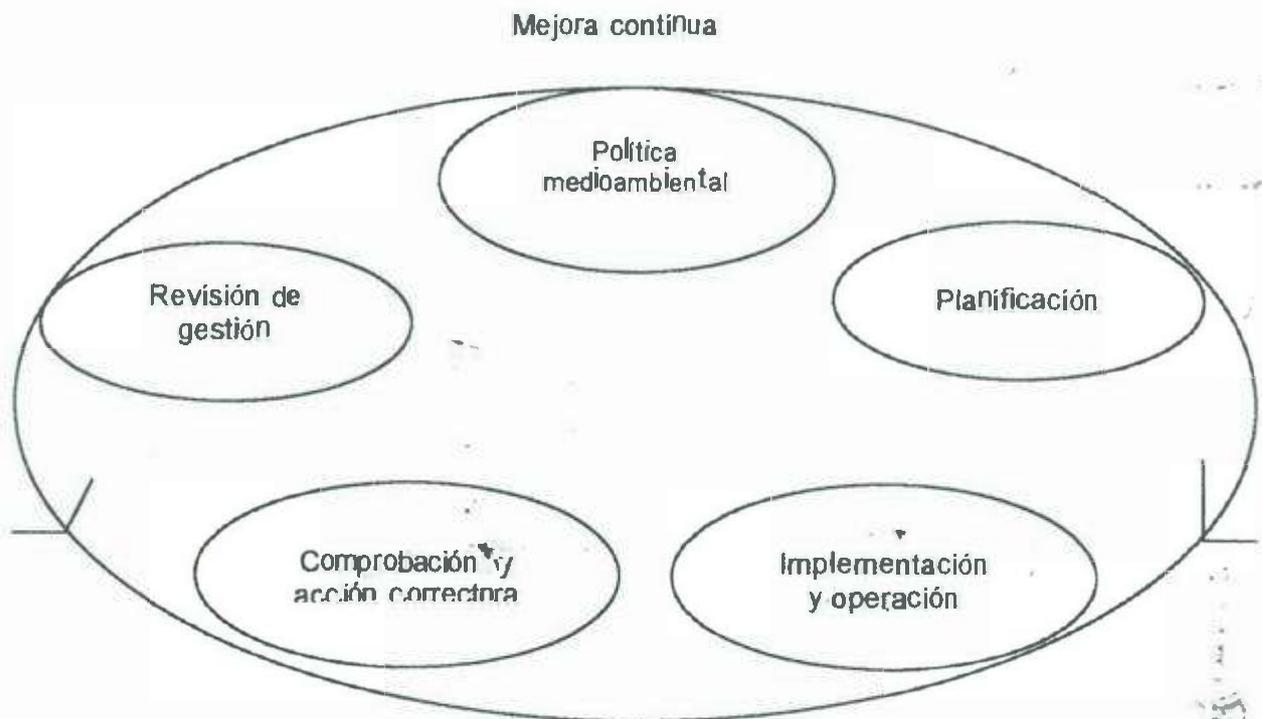


Figura 7. Modelo de la ISO 14001

Fuente: Woodside G., y Aurichio P. 2001

Los requisitos siguen el modelo del ciclo: planificar, hacer, comprobar y actuar, que es la base de la mejora continua del sistema. La implementación de un SGM que sea conforme a la ISO 14001 permitirá a la organización cumplir los objetivos del sistema de gestión:

- Establecer un plan de acción medioambiental apropiado a las actividades, productos o servicios.
- Identificar aspectos e impactos medioambientales significativos.
- Identificar requisitos legales.
- Ajustar objetivos y consignas medioambientales y el programa para cumplirlos.
- Definir la estructura y responsabilidad para los elementos del SGM.
- Implicar a los empleados de niveles relevantes en el proceso de SGM.
- Aumentar la comunicación con los empleados y partes externas interesadas.
- Programar las auditorias del SGM.
- Conducir la revisión de la gestión del SGM para determinar la idoneidad, adecuación, efectividad y mejora continua del SGM.

Dentro de las organizaciones preocupadas por participar en el cuidado y preservación de los recursos naturales, se encuentran las instituciones de educación superior, las cuales por su naturaleza misma contribuyen a formar profesionistas que cuenten con herramientas para resolver problemas complejos en las organizaciones; sin embargo, el nuevo reto es formar profesionistas capaces no solo de resolver estos problemas, sino de proponer alternativas de solución a los problemas ambientales actuales (Boletín de Educación Superior, emitido por CRUE).

Ante esta situación, este trabajo propone a la universidad, comprometida con el Desarrollo Sustentable, un programa de gestión de sustancias químicas como una alternativa para disminuir los riesgos a la salud y al medio ambiente. Así también, pueda servir de base en un futuro para el proceso de certificación de la normativa ISO 14001.

### Capítulo 3

## 12. Programa de Gestión Sustentable en las Etapas de Adquisición y Almacenamiento de Sustancias Químicas en las Divisiones de Ingeniería y Ciencias Biológicas y de la Salud.

La Universidad de Sonora, a través de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, desde el año 2000, ha emprendido acciones para promover el manejo adecuado en materia de residuos peligrosos. Sin embargo, las sustancias químicas al igual que los residuos, juegan un papel igualmente importante dentro del ciclo de los materiales peligrosos en la universidad y que a la fecha no cuenta con acciones para su gestión.

Por esta razón este trabajo considera conveniente completar el ciclo proponiendo la implementación de un programa de gestión sustentable en las etapas de adquisición y almacenamiento de sustancias químicas en las áreas donde se originan mayores impactos al ambiente, como son los DCQB, DIPA y elDIQM.

### Objetivo

Disminuir el riesgo ambiental y ocupacional derivado del manejo de sustancias químicas en la Universidad y en lo posible, obtener ahorro económico a través de la gestión sustentable de sustancias químicas en los almacenes y laboratorios de las Divisiones de Ingeniería y de Ciencias Biológicas y de la Salud.

### Introducción

El Programa de Gestión Sustentable de Sustancias Químicas está basado en el ciclo de vida de los materiales peligrosos desde su fabricación en la industria química, almacenamiento, transporte, distribución e ingreso a la universidad. La gestión de las sustancias químicas dentro de la universidad, involucra la adquisición, almacenamiento, consumo en el laboratorio, generación de residuos peligrosos y no peligrosos, tratamiento, disposición final y/o eliminación. Cada etapa tiene una importancia diferenciada dentro del programa, ya que en la mayoría de ellas se consumen en menor o mayor grado, recursos tales como agua, energía eléctrica y suelo. Así como también, se generan contaminantes como son las aguas negras, las emanaciones a la atmósfera y contaminación del suelo. Por esta razón, y para fines de este trabajo, se ha propuesto implementar en la universidad un programa de gestión en la etapa de adquisición y almacenamiento de reactivos encaminada a mejorar el manejo de las sustancias químicas. Ya que un almacenamiento adecuado de estas, redituará en un mayor éxito en la meta 2 (Ingresar al sistema de información el 100% de las sustancias presentes en el área cinco y el 70% de las que ingresen).

### **Acciones generales y específicas**

El programa se conforma de tres metas, cada una con sus respectivas acciones. No obstante, existen dos acciones generales que aplican a cada una de las metas y que serán descritas a continuación.

#### **Acción General 1 Gestión de recursos económicos**

El origen de la gestión de financiamiento de fondos de todas las metas puede originarse de la propia universidad y de fondos de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como también de la iniciativa privada. Por lo regular, los fondos externos son publicados a través de convocatorias en sitios de Internet, por lo tanto se recomienda monitorear mensualmente los sitios de instituciones que otorgan fondos.

Los fondos provenientes de la universidad derivan comúnmente de:

A) Recursos directos por parte de autoridades de los Departamentos. Se podrán gestionar recursos económicos a través recursos propios del PISSA-UNISON, de solicitud directa a los jefes de Departamento o Secretarios Administrativos. Si el jefe de Departamento o Secretario Administrativo aprueba el apoyo, el departamento realizará los trámites correspondientes. Se recomienda anexar cotización a la solicitud.

B) Gestiones ante Fideicomiso de Cuotas: Para gestionar recursos ante el Fideicomiso de Cuotas se deberá llenar el formato (Anexo XXX), en donde se describa: justificación, objetivo general, objetivos particulares, estrategias, metas, impacto; así como, la distribución de los gastos por partidas presupuestales y anexar presupuesto de los gastos solicitados.

Una vez redactado el proyecto en este formato, se deberá enviar un oficio con el proyecto anexo dirigido al Director de Proyectos Especiales, haciéndole la solicitud de los recursos. El formato debe de ir firmado por el jefe de departamento correspondiente o director de división.

#### **Acción general 2 Gestionar recursos humanos.**

Servidores Sociales. Se dará de alta el proyecto, según procedimiento institucional ([www.ingenierias.uson.mx](http://www.ingenierias.uson.mx)) en la coordinación de servicio social divisional con el fin de contar con alumnos que realicen las actividades derivadas del programa y cumplan con su servicio social.

Ayudantías. Se solicitarán becas de ayudantía de acuerdo al procedimiento de la Dirección de Servicios Estudiantiles ([www.dise.uson.mx](http://www.dise.uson.mx)), para apoyo en el programa.

Voluntarios. Por medio de anuncios colocados en los principales tableros informativos de los departamentos se invitará a la comunidad universitaria a participar en el programa como voluntarios.

A través de estudiantes de asignaturas relacionadas. Se requerirá de algún estudiante o persona relacionada con el tema para la captura de información de las sustancias que ingresen como de las presentes al sistema de información (Tabla 12), como de la clasificación, escaneado de las hojas de datos de seguridad, etiquetado con código de barras de cada sustancia, entre algunas otras.

presentes al sistema de información (Tabla 12), como de la clasificación, escaneado de las hojas de datos de seguridad, etiquetado con código de barras de cada sustancia, entre algunas otras.

Se propondrá a las autoridades la creación de una instancia responsable del registro de las sustancias que se adquieren y de las presentes en almacenes y laboratorios, para incorporarla al ciclo de las sustancias químicas de la UNISON.

**Tabla 12. Formato del sistema de información**

<b>Menú</b>	<b>Opción</b>	<b>Actividades</b>	<b>Campos</b>	<b>Usuario</b>
<b>Administración</b>				
	<b>Tipos Usuarios</b>	<b>Alta</b> <b>Consulta</b> <b>Modificación</b> <b>Baja</b>	<b>id_tipousuario</b> <b>Nombre</b> <b>Menú</b> <b>Capturó</b> <b>fechahora</b>	<b>Administrador</b>
	<b>Usuarios</b>	<b>Alta</b> <b>Consulta</b> <b>Modificación</b> <b>Baja</b>	<b>Clave noemp</b> <b>Contraseña</b> <b>Id_tipousuario</b> <b>Departamento</b> <b>Capturo</b> <b>Fecha</b> <b>Hora</b>	<b>Administrador</b>
	<b>Tipos de Sustancias</b>	<b>Alta</b> <b>Consulta</b> <b>Modificación</b> <b>Baja</b>	<b>Id_TipoQS</b> <b>Nombre</b> <b>Usuario</b> <b>Almacenamiento</b>	<b>Administrador</b> <b>Encargado de Laboratorio</b>
	<b>Unidades de Volumen</b>	<b>Alta</b> <b>Consulta</b> <b>Modificación</b> <b>Baja</b>	<b>Id_unidad</b> <b>Nombre</b> <b>Siglas</b> <b>usuario</b>	<b>Administrador</b>
	<b>Laboratorios</b>	<b>Alta</b> <b>Consulta</b> <b>Modificación</b> <b>Baja</b>	<b>Id_laboratorio</b> <b>Nombre</b> <b>Responsable</b> <b>Teléfono</b> <b>Edificio</b> <b>Depto</b>	<b>Administrador</b> <b>Encargado de Laboratorio</b>

Inventario	Sustancias Quimicas	Alta inventario	Id-SQ NombreSQ Id_tipoSQ Cas Marca Almacenamiento Cantidad Volumen Ubicacion Responsable HojaSeg FechaAdq FechaSalida Controlada Peligrosa Droga FormadoraPeroxido Usuario Fecha Hora Fechamov Horamov TipoMov	Administrador Encargado de Laboratorio Jefe de depto Investigador(Solo consulta).
	Salidas	Accidentes		Adminstrador Encargado de Laboratorio
		Consumo		Encargado de Laboratorio
Reportes	Sin definición			

De acuerdo con las reuniones periódicas sostenidas con los responsables de laboratorios y almacén, se propuso que alumnos y maestros tendrían acceso a consultar las hojas de datos de seguridad únicamente, mientras que la información completa contenida en la base de datos estuviera el alcance solo para los responsables de laboratorio, de los investigadores, de los administrativos y jefes de Departamento, quienes serían los más interesados. Cada uno tendría acceso a conocer qué, cuántas y en que cantidad se encuentran las sustancias químicas en los diferentes almacenes o laboratorios. El responsable del laboratorio y la ubicación del mismo. Por ejemplo, los responsables de laboratorio podrán dar mantenimiento al inventario de laboratorio y enviar su información al jefe de almacén para

que sea actualizado; los investigadores podrán consultar las existencias del laboratorio y realizar la solicitud de sustancias al jefe de almacén; los administrativos tendrán acceso a ver y modificar todas las opciones del menú y los jefes de Departamento podrán ver el inventario y editar su contenido. Por ello, será conveniente que una vez establecido el sistema, el responsable de laboratorio actualice semestre a semestre sus inventarios de sustancias para evitar confusiones al momento de disponer de alguna de las sustancias.

*Meta 1 Promover en el 50% de los usuarios de laboratorios la necesidad de proteger la salud humana, ocupacional y ambiental a través de la gestión sustentable de las sustancias químicas.*

Acciones específica: Difusión de la información

Proporcionar información a estudiantes, jefes de laboratorio e investigadores relacionados con el área, a través de la página electrónica del PISSA-UNISON ([http://www.uson.mx/u\\_academicas/salud/pissa.shtm](http://www.uson.mx/u_academicas/salud/pissa.shtm)).

Participar en un promedio de 10 programas anuales en el Programa de radio "A tiempo con la Ciencia" del DCQB, que se transmite semanalmente por Radio Universidad. En el cual se difundirá información sobre manejo de Materiales y Residuos Peligrosos y se invitará a expertos en el tema.

Elaborar 6 boletines informativos cada año dirigidos a la comunidad universitaria con el nombre de PISSA-TIPS, mediante el cual se difundirá información útil de una manera sencilla y práctica para apoyar las actividades de este programa.

Se impartirán cursos de capacitación a la comunidad universitaria de carácter teórico-práctico.

Se capacitará a la persona responsable de capturar y clasificar las sustancias que ingresen y las presentes, sobre las características de las sustancias químicas, interpretación de etiquetas (símbolos, códigos). Así como rechazar toda sustancia que ingrese sin la hoja de datos de seguridad

Se capacitará a los responsables almacén y de laboratorio en el manejo de sustancias químicas de acuerdo a los sistemas de almacenamiento propuestos por J.T. Baker y Flinn Scientific.

Se impartirá la materia de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente y Sustentabilidad en las Ingenierías en las DCBS y la DI.

Se capacitará en el Manejo (almacenamiento) de Materiales y Residuos Peligrosos a estudiantes de servicio social con una duración de 45 horas.

Se impartirán cursos de primeros auxilios con apoyo de la escuela de Medicina, a toda la comunidad universitaria con una duración de 2 horas.

Se realizará un simulacro de incendio cada año con apoyo de personal capacitado en control de incendios.

*Meta 2 Ingresar al Sistema de Información el 100% de las sustancias presentes en el área cinco y el 70% de las que ingresen.*

Acción específica: Promoción de una instancia de consulta, captura y entrega de sustancias químicas.

- Se desarrollará el sistema de información con apoyo del Departamento de Informática y Contraloría. El sistema deberá permitir acceder datos como nombre de la sustancia, # CAS y con la opción de clasificarla de acuerdo al tipo de sustancia (corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica e inflamable, tóxica, carcinogénica y controlada), cantidad de frasco y volumen, ubicación del laboratorio o almacén, responsable, fecha de ingreso, código de barras, entre algunas otras.
- Se registrará información acerca de las sustancias químicas presentes en los laboratorios y almacenes de los tres Departamentos (nombre, cantidad [gr/ml,lt], frascos, #CAS, código de barras, laboratorio y responsable de laboratorio).
- Se registrará información de las sustancias que ingresen (fecha de ingreso, nombre, cantidad [gr/ml,lt], frascos, #CAS, código de barras, laboratorio y responsable de laboratorio).
- Se darán de alta las sustancias que ingresen siempre y cuando traigan hojas de datos de seguridad. Las hojas de datos serán escaneadas y devueltas al proveedor para que la entregue al solicitante.

*Meta 3 Almacenar el 100% de las sustancias químicas que se encuentren presentes y de las que ingresen en los tres Departamentos acorde al sistema de almacenamiento basado en compatibilidad y peligrosidad de las sustancias.*

Acción específica: Almacenamiento

- Se clasificarán las sustancias químicas en orgánicas e inorgánicas de acuerdo a Flinn Sc., y estas a su vez en Peligrosas y No Peligrosas.
- Se etiquetarán las SQ con cintas coloridas de acuerdo a su peligrosidad y color de código correspondiente, según J.T. Baker.
- Se etiquetarán con color rojo las sustancias que presenten riesgo de inflamabilidad y con franjas rojas aquellas que presenten riesgo de inflamabilidad, pero que no deba almacenarse en la misma área de las sustancias codificadas con rojo.
- Se etiquetarán con color amarillo las sustancias que presenten riesgo de reactividad y con franjas amarillas las que sean reactivas, pero que no deban almacenarse con las de color amarillo sólido.

- Se etiquetarán con color blanco las sustancias que presenten riesgo de corrosividad por contacto y con franjas blancas y fondo negro las corrosivas que no compatibles con las de color blanco sólido.
- Se etiquetarán con color azul las sustancias que presenten riesgo de toxicidad, veneno, almacenése en un área segura.
- Se etiquetarán con color verde aquellas sustancias que no presenten riesgo especial.
- Se separarán las SQ en familias compatibles y se ordenarán alfabéticamente.
- Se realizará inventario de las SQ y del equipo de protección personal presente en los laboratorios de almacenes y laboratorios del DCQB e IQ.
- Se asignará un código de barras a cada sustancia que ingrese o ya se encuentre almacenada.
- Se almacenarán en el área de color y familia correspondiente en los gabinetes y estantes apropiados.

## CONCLUSIONES

En la Universidad los almacenes y laboratorios carecen de un registro de las sustancias químicas lo que les imposibilita entre otras cosas, saber qué y cuánta cantidad de sustancias tienen y por ende, evitar la compra innecesaria, y la acumulación de las mismas. Esta situación, no solo entorpece el manejo adecuado de los químicos por cuestión de tiempo y esfuerzo, sino que representa un alto costo para la institución, el darle tratamiento a material caduco que en su vida útil pudo aprovecharse. El sistema de almacenamiento es inadecuado para las sustancias químicas, considerando su compatibilidad y que cada una tiene características de peligrosidad distinta. Debido a que la mayoría de los responsables de laboratorio no están capacitados. Por lo tanto, el riesgo a la salud humana, ocupacional y ambiental es alto.

Se requiere establecer una base de datos de las sustancias químicas en cada laboratorio, que a su vez se encuentre en red con un almacén central que tenga acceso a la información de éstas y pueda promoverse entre los laboratorios el intercambio o donación de sustancias, considerando como última opción la compra del químico. Gestionándose la adquisición y el almacenamiento de las sustancias químicas obteniendo un ahorro económico.

Es necesario por tanto, promover prácticas de difusión y capacitación para los responsables de los laboratorios sobre el manejo adecuado de los químicos. Así como gestionar recursos económicos a través de fondos de la propia universidad, gestionar recurso humano como prestadores de servicio social o estudiantes de asignaturas relacionadas con el manejo de las sustancias químicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alaimo Robert J. *Handbook of chemical health and safety*. American Chemical Society. Washington, D.C. impreso por la Oxford University. 2001. 16-20, 146, 348, 364, 365, 390-392, 397-399 pág.
- Álvarez Chávez Clara Rosalía, Arce Corrales María Engracia, Castellón Lucía, Moreno Griselda M., Tapia López María Isabel, Sánchez Mariñez Reyna Isabel. *Manual de Seguridad para Laboratorios de la Universidad de Sonora*. Hermosillo, Sonora, México. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora. 2001. 19 pág.
- Álvarez Chávez Clara Rosalía y Arce Corrales María Engracia. *Manual de Almacenamiento de las Sustancias Químicas de la Universidad de Sonora*. Universidad de Sonora. 1997. 3, 6, 8, 20, 21, 22, 23 y 24 pág.
- Álvarez Chávez Clara Rosalía, Arce Corrales María Engracia, Castellón Campaña Lucía, Fraga Serrano Rosa Estela, Yocupicio Anaya María Teresa. *Informe del análisis de riesgo de los laboratorios y almacenes pertenecientes al departamento de Ciencias Químico Biológicas*. 2003. Hermosillo, Sonora, México. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora. 2003. 2-15 pág.
- American Chemical Society. *Solid Wastes*. Washington, D.D. American Chemical Society. 1993, 96 pág.
- Anderson Kevin and Benedict Kathryn. *Conducting a flammable and combustible liquid survey in pharmaceutical research laboratories*. Division of Chemical Health and Safety of the American Chemical Society. 2000. vol. 7, 20-24 pág.
- Clark Donald E. *Peroxides and peroxide-forming compounds* Division of Chemical Health and Safety of the American Chemical Society. 2001. vol 8(6), 12-19 pág.
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. *El Medio Ambiente en la Universidad*. Boletín de Educación Superior. Número 26. Boletín de educación superior emitido por CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas). 2003.
- Cortinas Cristina y Mosler C. *Gestión de Residuos Peligrosos*. UNAM. 2002. 127-138 pág.
- Dickson T. R. *Química Enfoque Ecológico*. Limusa. 2002. 95 y 96 pág.

Flinn Scientific Inc. *Chemical Catalog Reference Manual*. U.S.A. 1996.

[www.jtbaker.com/research/environmental/enviro\\_NFPA.html](http://www.jtbaker.com/research/environmental/enviro_NFPA.html).

Lewis R. J. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary*. 12<sup>a</sup> Ed. 1993. Van Nostrand Reinhold Co.

Mahn W. J. *Academic Laboratory Chemical Hazards Guidebook*. U.S.A.. Van Nostrand Reinhold Co. 1991.

Norma Oficial Mexicana: NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Norma Oficial Mexicana: NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación de peligros y comunicación riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Norma Oficial Mexicana: NOM-028-SSA2-1999. Para la prevención, tratamiento y control de las adicciones.

[www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/028ssa29.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/028ssa29.html)

National Research Council. *Prudent practices in the laboratory. Handling and disposal of chemical*. National Academy Press, Washington, D. C. 1995.

Pipitone A. David. *Safe storage of laboratories chemicals*. 2<sup>a</sup> ed. Ed. John Wiley & Sons. Inc. 1991. 159-170 pág.

Wawzyniecki Stefan. *Emphasizing the "Control" in controlled substances*. División of Chemical Health and Safety on the American Chemical Society. 2004. 6-9 pág.

Woodside Gayle y Aurichio Patrick. *Auditoría de Sistemas de Gestión Medio Ambiental: Introducción a la Norma ISO 14001*. Madrid España. McGraw-Hill. 2001. 3-5 pág.