



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

*"Diseño del Mecanismo de Gestión Ambiental  
de Materiales y Residuos Peligrosos para el  
Instituto de Fisiología Celular"*

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA QUÍMICA  
**P R E S E N T A:**

**SANDRA EUGENIA SÁNCHEZ CHÁVEZ**



MÉXICO, D.F.

34041

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

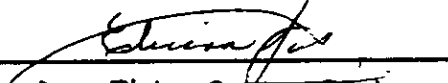
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

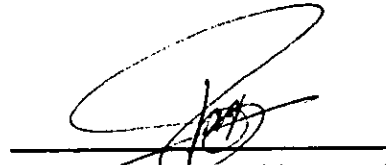
**JURADO ASIGNADO:**

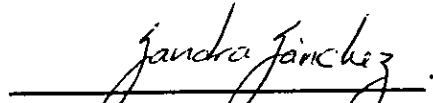
<b>PRESIDENTE</b>	Prof. SANTOS SANTOS ELVIRA
<b>VOCAL</b>	Prof. DOMÍNGUEZ BETANCOURT RAMÓN E.
<b>SECRETARIO</b>	Prof. TORRES BARRERA RODOLFO
<b>1º SUPLENTE</b>	Prof. FLORES PÉREZ BLAS
<b>2º SUPLENTE</b>	Prof. LUNA PABELLO VÍCTOR MANUEL

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

**Laboratorio de Optimización, Minimización y Manejo Adecuado de  
Residuos Peligrosos.  
Facultad de Química, UNAM.**

  
Dra. Elvira Santos Santos  
ASESORA DEL TEMA

  
Q. Irma Cruz Gavilán García  
SUPERVISOR TÉCNICO

  
Sandra Eugenia Sánchez Chávez  
SUSTENTANTE

## AGRADECIMIENTOS

- A la Facultad de Química, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de realizar una de mis más grandes metas.
- Al Instituto de Fisiología Celular, en especial al Lic. Escamilla por permitirme llevar a cabo este trabajo, depositando su confianza en mí, a pesar de mi falta de experiencia.
- A la Q. Irma Cruz Gavilán G. por el tiempo que me brindó, así como su ayuda todo éste tiempo.
- Al Laboratorio de Optimización, Minimización y Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos, así como a todos los que trabajan ahí (los muchachos de servicio social) por su apoyo y por considerarme su amiga.
- A Omar Díaz, por su ayuda incondicional, su buen humor, así como su paciencia.

## DEDICATORIAS

- ✿ A mis padres: Dolores Chávez y Salvador Sánchez, que gracias a ellos he llegado hasta aquí, por vivir conmigo desvelos y preocupaciones, por todo lo que me han dado y que no tengo con que pagar, y aunque tenemos ciertas diferencias, les doy las gracias y espero se sientan orgullosos de mí, los quiero mucho.
- ✿ A mi hermana Claudia Patricia, por ser para mí como otra madre, por estar conmigo siempre que la necesitaba, ayudándome día con día; así como a Oscar Ayón G. por tratar de hacerme siempre la vida más fácil, levantándome el ánimo y enseñándome a ver las cosas de otra manera.
- ✿ A Oscar Ayón S., que aunque es pequeño y sin saberlo ha demostrado ser valiente, lo cual es motivo para vivir y seguir adelante con más fuerzas.
- ✿ A mi tía Margarita Chávez, que por su insistencia y apoyo no caí y seguí adelante, espero haberle cumplido y ser un orgullo para ella y mi abuelito Salvador Ch.
- ✿ A Gabriela G., mi hermana mayor, que siempre ha estado y estará conmigo y se que puedo contar con ella, y poder ser para Mónica Rojas un buen ejemplo.
- ✿ A ti Cano, que has depositado en mi tu confianza, y hemos logrado superar tantos obstáculos, manteniéndonos juntos. Te has ganado mi respeto, al demostrarme que sólo se necesita querer algo para lograrlo. Gracias por todo, por estar junto a mí y darme fuerzas para continuar y enfrentar algunas circunstancias. Espero que éste sea el primero de muchos sueños que realicemos juntos.
- ✿ A usted Sra. Ma. Guadalupe Bonifacio que ha confiado en mí, y me ha brindado su cariño y nos ha impulsado a lograr esta meta.
- ✿ A Mónica Becerril, por los buenos momentos que pasamos juntas, compartiendo penas y alegrías y brindándonos un apoyo incondicional.
- ✿ A Adrián B. y León, que los he llegado apreciar de verdad, no se desanimen y sigan adelante hasta el final.
- ✿ A Víctor y Elisa, así como a todos mis amigos de la facultad que han compartido conmigo tantos buenos momentos, y que hicieron que estos años se hicieran inolvidables.
- ✿ A la Familia Ortiz, (padres, hijos y nietos) ya que éste es un logro por y para mi familia, porque siempre han confiado en mí y me han brindado su cariño, así que no podía fallarles.

---

**ÍNDICE**

	PAG.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPITULO I. ANTECEDENTES</b>	3
<b>CAPITULO II. MARCO JURÍDICO E INTITUCIONAL</b>	5
<b>CAPITULO III. GESTIÓN AMBIENTAL</b>	39
III.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	40
III.2 MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS	41
III.3 BUENAS PRÁCTICAS	44
III.4 AUDITORÍAS	47
<b>CAPITULO IV. DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN EL                   INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA CELULAR</b>	50
IV.1 VISITAS DE INSPECCIÓN	50
IV.2 METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS YA IDENTIFICADOS	53
IV.3 DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	57
IV.3.1 DIAMINO BENCIDINA	58
IV.3.2 ALDEHÍDOS	59
IV.3.3 ACIDO ACÉTICO	61
IV.3.4 OXIDO DE CROMO	62
IV.3.5 SOLUCIÓN RESIDUAL DE ACRILAMIDA	63
IV.3.6 FENOL	64
IV.3.7 ACIDO TRIFLUOROACÉTICO	65
IV.3.8 HEXANO	66
IV.3.9 MERCAPTANO	67
IV.3.10 TETRAÓXIDO DE OSMIO	68
IV.3.11 BROMURO DE ETIDIO	69
IV.4 ELABORACIÓN DE LAS HOJAS DE SEGURIDAD	74
<b>CAPITULO V. SEGURIDAD EN EL INSTITUTO</b>	85
<b>CAPITULO VI. CURSO IMPARTIDO AL PERSONAL DEL INSTITUTO</b>	97
VI.1 BUENAS PRÁCTICAS	97
VI.2 MANEJO ADECUADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	97
VI.3 PRIMEROS AUXILIOS EN EL LABORATORIO	99
VI.4 TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO	101
VI.5 EQUIPO DE PROTECCIÓN	105

---

VI.6 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO	108
VI.6.1 CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS	109
VI.7 CONTROL DE DERRAMES	110
CAPITULO VII. CONCLUSIONES	116
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA	118
APÉNDICE	120

---

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo se baso principalmente en el Instituto de Fisiología Celular, ya que es un gran instituto, que tenía muchas necesidades, además de ser un punto muy interesante para desarrollar.

El objetivo principal es el dejar un criterio dentro de todo el personal que labora en éste Instituto, mediante el desarrollo de un programa para una mejor gestión de los residuos, así como cualquier sustancia de origen químico.

Los objetivos específicos de éste trabajo son:

- Crear conciencia y sensibilizar al personal del Instituto
- Inducir al personal hacia la minimización de generación de residuos
- Responsabilizar a cada generador del tratamiento de sus residuos para reducir su peligrosidad
- Lograr la sustitución de reactivos tóxicos por algunos menos tóxicos

Este trabajo está formado por seis capítulos. Donde el primer capítulo lo constituye los antecedentes, explicando el motivo de la realización de éste trabajo.

El capítulo II desarrolla paso a paso el como está constituida la legislación en cuestión de residuos, desde como se lleva acabo la elaboración de las normas oficiales, todas las normas que regulan el manejo y transporte de los residuos, la identificación de estos, hasta las secretarías reguladoras de éstos.

En el capítulo III se expone la situación actual en lo que a residuos se refiere, tanto la problemática, como las posibles soluciones o actuales mejoras.

En los siguientes tres capítulos se habla en sí del desarrollo del programa dentro del Instituto: primero, describiendo una a una las actividades que se realizaron por la situación del Instituto en un principio; segundo, la descripción de la elaboración del Manual de Seguridad con que cuentan y por último, se menciona el curso que fue impartido a éste Instituto con el fin de educar al personal de dicho Instituto.



Dejando con esto en el Instituto un programa bien establecido, recalcando la importancia de un buen etiquetado, así como toda precaución tomada en el manejo de los residuos, evitando así cualquier posibilidad de tener u ocasionar un accidente dentro del Instituto o cualquier área de trabajo.

Finalmente, en el capítulo VII se observa las ventajas y desventajas de este trabajo, así como las condiciones en que se dejó el Instituto, y las cosas que le faltan por realizar, pero con un poco más de tiempo esto será posible.

## CAPITULO I ANTECEDENTES

En universidades de Norteamérica y Europa el problema de los residuos peligrosos ha sido resuelto gracias a la existencia de compañías especializadas, las cuales tratan y disponen de ellos, aunado a la restricción establecida por su legislación, la cual impide que en centros de enseñanza se traten residuos peligrosos. Sin embargo, esto les está ocasionando altos gastos destinados a la disposición final. En México por ahora no es posible llevar a cabo tal alternativa, ya que las universidades no disponen de presupuestos suficientes para enviar a destruir sus residuos a las pocas empresas disponibles, viendo esta situación el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México inició un proyecto que tiene que ver con el tratamiento y manejo de los residuos generados durante la realización de los experimentos dentro de las sesiones de laboratorio.

El Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Química de la UNAM, estructuró un proyecto original y novedoso, con el fin de concientizar a los estudiantes en el cuidado del medio ambiente y aunque la cantidad de residuos producidos es muy poca, se podría pensar que el tirarlos al ambiente no causa gran contaminación; sin embargo, el número de residuos que se genera es muy elevado y de una gran variedad, algunos de ellos muy peligrosos. Esto se puede ver como una gran oportunidad para brindarles a los estudiantes los conocimientos introductorios acerca de la optimización de procesos, minimización de residuos, cambio de procesos actuales a nuevos procesos no contaminantes, reciclado de residuos, reuso de residuos, conversión de residuos tóxicos a inocuos, tratamiento adecuado de residuos, y finalmente, cuando no sean posibles los procedimientos anteriores, efectuar la disposición final de los desechos peligrosos, transportándolos a un incinerador o a un confinamiento.

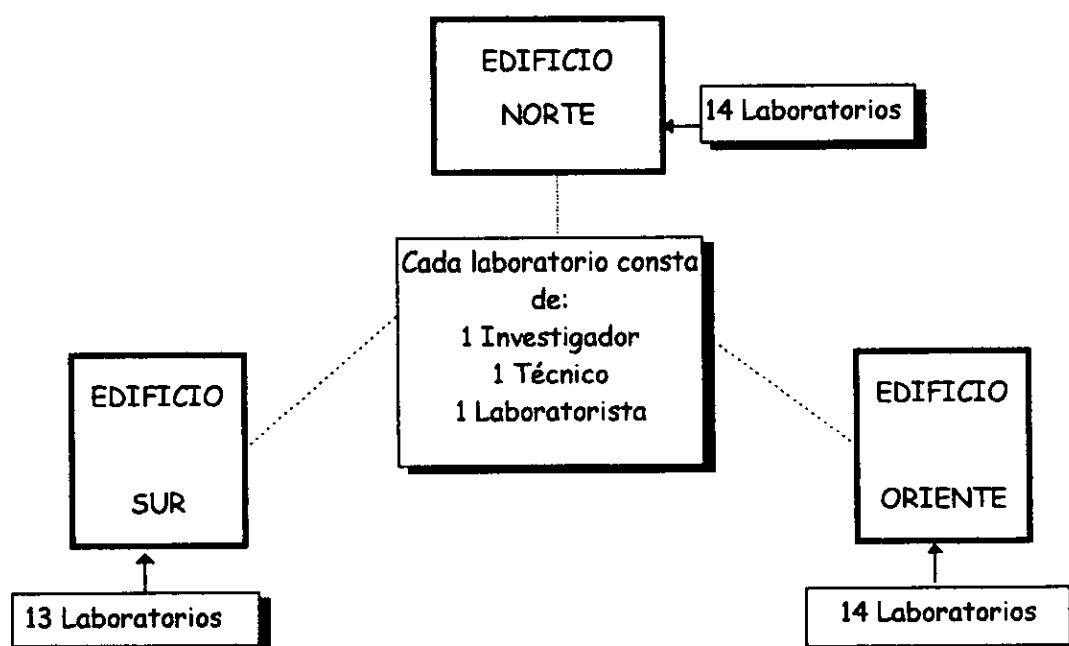
<sup>1</sup>Ya que se pretende educar a los estudiantes para que adquieran mayor conciencia y que puedan participar en la resolución de problemas ecológicos, este programa de trabajo se extendió a toda la UNAM, principalmente en actividades experimentales tanto de docencia como de investigación, siendo el Laboratorio de "Optimización, Minimización, Desarrollo de Nuevos Procesos y Manejo Adecuado de los Residuos Químicos", el iniciador de la metodología de

la enseñanza de la químicas y el cuidado del ambiente. El Instituto de Fisiología Celular se interesó en formar parte de este programa, por lo que a petición de su autoridad, el director Dr. George Dreyfus, se estableció un convenio de colaboración entre éste Laboratorio de Optimización, Minimización, Desarrollo de Nuevos Procesos y Manejo Adecuado de los Residuos Químicos y el Instituto de Fisiología. Se estableció una gran comunicación entre la Secretaría Administrativa del Instituto de Fisiología Celular, por medio del Secretario, el Lic. Gilberto Escamilla y su secretario particular, Lic. Miguel Remigio quienes fueron los responsables de la implantación del programa por parte del Instituto de Fisiología Celular y el LOMYMARP como grupo asesor.

Para poder desarrollar adecuadamente éste programa, el primer paso fue el conocer que clase de actividades se realizan dentro del Instituto de Fisiología Celular y en cada laboratorio en particular, encontrando que las actividades en estos laboratorios son básicamente:

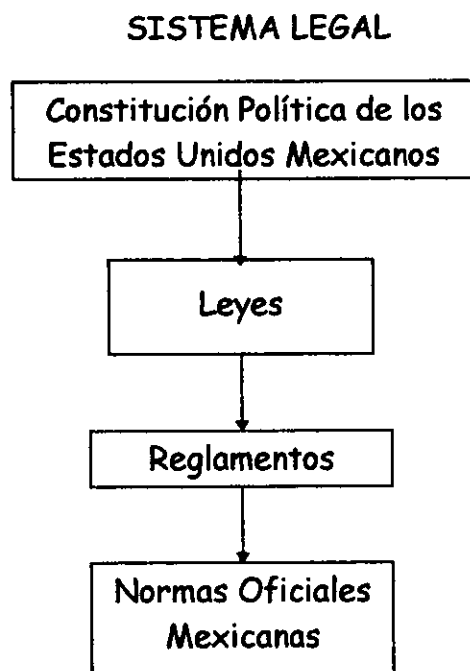
- \* Investigación pura y aplicada

El segundo paso fue conocer las instalaciones del Instituto y de cada laboratorio, está formado por 3 edificios: Norte, Sur y Oriente, cada edificio cuenta aproximadamente con 13 ó 14 laboratorios, haciendo esto un total de 41 laboratorios.



## CAPITULO II MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL

<sup>2</sup>La base del sistema jurídico mexicano se encuentra en la "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". De esta norma fundamental promulgada el 5 de febrero de 1917 y reformada más de 400 veces derivan las normas jurídicas específicas, siguiendo una jerarquización tal, que cada una valida y fundamenta a otra inferior, y ésta a su vez da origen a otra u otras.



De los diversos artículos e incisos que la conforman, emanan los siguientes ordenamientos:

A. Leyes reglamentarias de la Constitución.

- Leyes reglamentarias de artículos constitucionales.
- Leyes que emanan de conceptos constitucionales.

## B. Reglamentos

- Expedidos por el Ejecutivo (en ellos se especifican los principios de las leyes reglamentarias o especiales).
- Reglamentos autónomos.

## Las Leyes

Colocadas en un primer nivel jerárquico en nuestro sistema jurídico, las leyes son normas generales y permanentes, derivadas de la Carta Magna; con la que deben guardar congruencia y no contradecirla, contrariarla, rebasarla o modificarla. Al ser aplicables a toda persona o situación que quede incluida dentro de lo que disponen, las leyes son generales ya que no se refieren a ninguna persona o caso en particular. Los destinatarios están señalados por circunstancias abstractas. A quien realice el supuesto, se le aplica la Ley.

En nuestro sistema jurídico, la ley es fuente autónoma, creadora de obligaciones en aquellos casos en que se considera un hecho material, independiente de toda voluntad del ser humano, y hace que se generen consecuencias de Derecho.

## Los Reglamentos

En segundo nivel dentro de la escala jerárquica del Sistema Jurídico Mexicano están los reglamentos. Estos comprenden las disposiciones legislativas expedidas por el Poder Ejecutivo para el desarrollo o instrumentación de las disposiciones legales. Es decir, por lo general el reglamento deriva de una ley a la cual complementa y amplía en sus principios.

Por otro lado, existen reglamentos que no necesariamente tienen una referencia legal directa, y que son denominados reglamentos autónomos, como es el caso de los expedidos para la jurisdicción del Distrito Federal (DF), en el que no existe congreso local.

Los titulares de la Administración Pública de las áreas reguladas son los directamente responsables de la norma y contenido de los reglamentos

correspondientes. A propuesta de éstos, el Ejecutivo promulga los reglamentos y los decretos, mismos que pueden ser modificados mediante decreto tanto por los titulares de la Administración Pública como por el propio Ejecutivo.

### **Las Normas**

El tercer nivel de esta jerarquización está ocupado por las normas. En esencia, son resoluciones de control ejercidas específicamente en el ámbito administrativo, al provenir de decisiones emitidas por una o varias autoridades de la Administración Pública; en algunos casos son producto de un estudio particular de normalización, aprobado por una autoridad reconocida (SECOFI), con objeto de evitar conflictos que pudieran surgir en casos concretos.

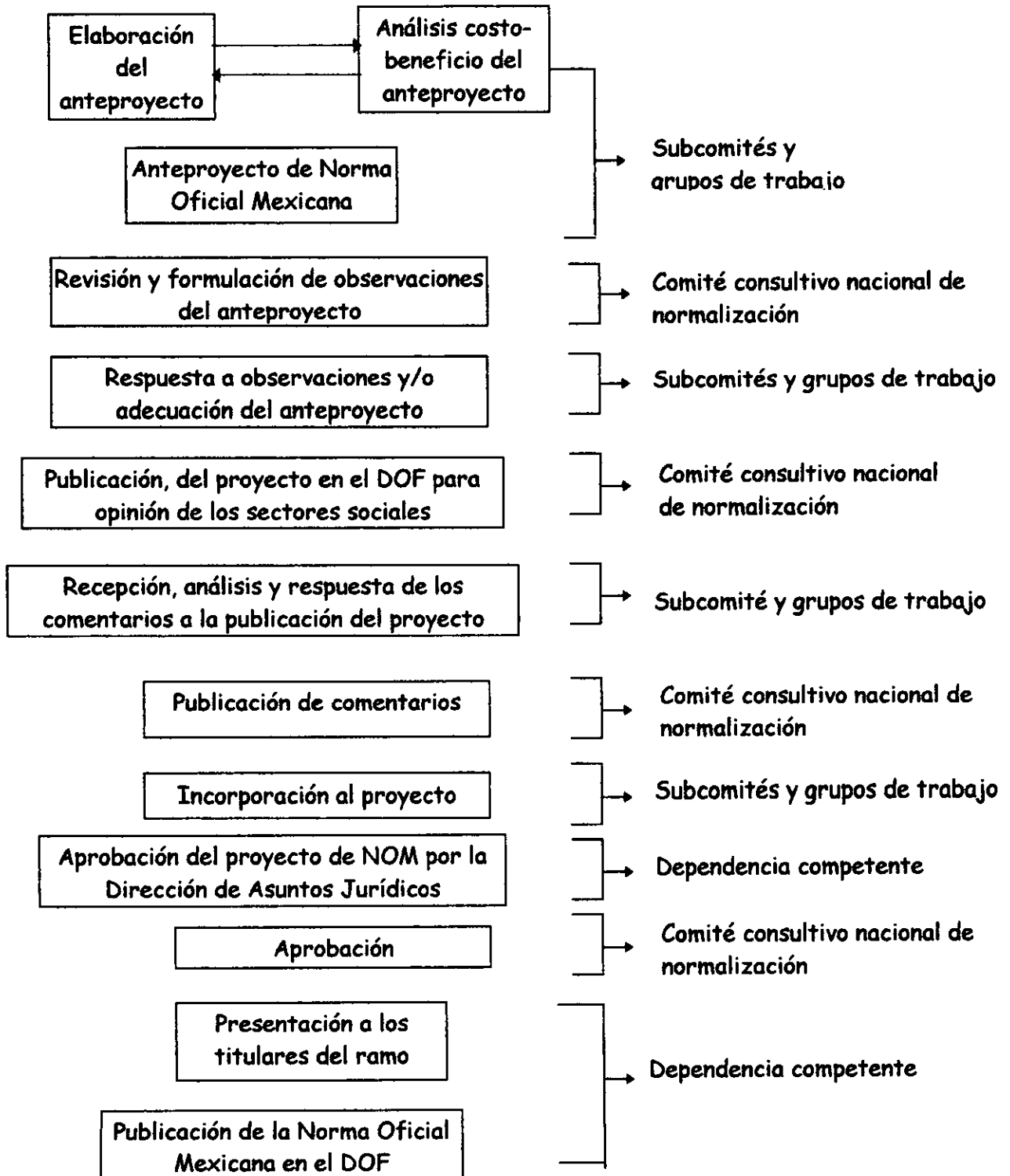
A partir de la entrada en vigor de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) (16 DE JULIO DE 1992), se hizo necesario replantear todas las normas técnicas obligatorias (incluyendo las ambientales y las sanitarias), publicadas previamente en nuestro país.

Con este replanteamiento se advierte que la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio requiere una fundamentación científica técnica y/o de protección al consumidor. Del mismo modo, se hace necesario especificar los beneficios potenciales de cada norma, que incluyen los intangibles y no cuantificables monetariamente; identificar a los beneficiarios; especificar los costos potenciales comprendidos los efectos adversos posibles que no puedan ser medidos en términos monetarios (análisis costo-beneficio); y explicar por qué se considera que esa NOM, en particular, constituye la mejor opción para alcanzar el objetivo específico que se persigue.

Esto implica considerar otras alternativas para lograr el objetivo específico, como son el empleo de instrumentos económicos, acuerdos de concertación, educación y capacitación, etcétera.

Con las modificaciones derivadas de la nueva LFMN, las Normas Técnicas Obligatorias dejaron de ser vigentes en el curso del mes de octubre de 1993 (en términos del artículo tercero transitorio de la Ley), con el propósito de armonizar los procedimientos para su elaboración y de que reflejen los intereses de diversos sectores involucrados.

PROCESO DE ELABORACION Y PUBLICACION DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS



## Normas Oficiales Mexicanas sobre residuos peligrosos.

La LGEEPA prevé la expedición de Normas Técnicas Ecológicas (NTE's) en las que se establezcan requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deben observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes; que causen o puedan causar desequilibrios a los ecosistemas o al medio en general; y que además permitan uniformar principios, preceptos, políticas y estrategias de conservación y restauración de los recursos naturales. Por tal razón, para regular la gestión de los RP se publicaron siete NTE's entre 1988 y 1989, las cuales fueron derogadas y transformadas en la NOM el 22 de octubre de 1993, como se dijo anteriormente.

### Normas Técnicas Ecológicas derogadas en 1993\*

NTE-CRP-001/89 Establece los criterios para determinar los RP y el listado de los mismos (DOF, 6 de Junio de 1988).

NTE-CRP-002/88 Establece los procedimientos para efectuarla prueba de extracción mediante la cual se determinan los constituyentes que hacen peligroso a un residuo. (DOF, 14 DE DICIEMBRE DE 1988)

NTE-CRP-003/88 Establece la incompatibilidad entre dos o más RP (DOF 14 de diciembre de 1988).

NTE-CRP-008/88 Establece los requisitos que debe tener un confinamiento para RP, exceptuando los radioactivos (DOF, 6 de junio de 1988).

NTE-CRP-009/88 Establece los requisitos técnicos para diseñar construir las obras complementarias de un confinamiento controlado para RP (DOF, 8 de septiembre de 1989).

NTE-CRP-010/88 Establece los requisitos que deben observarse para diseñar, construir y operar las celdas de confinamiento controlado para RP (DOF, 14 de diciembre de 1988).

NTE-CRP-011/88 Establece los requisitos para operar un confinamiento controlado de RP (DOF, 13 de diciembre de 1989)



**Normas Oficiales Mexicanas para residuos peligrosos\***

**NOM-052-ECOL-/93** Establece las características de los RP, el listado de los mismos y los límites que hacen a un RP por su toxicidad al ambiente.

**NOM-053-ECOL-/93** Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

**NOM-054-ECOL-/93** Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-/93.

**NOM-055-ECOL-/93** Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de RP, excepto los radiactivos.

**NOM-056-ECOL-/93** Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

**NOM-057-ECOL-/93** Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

**NOM-058-ECOL-/93** Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

**NOM-087-ECOL-/94** Establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica.

## **Aspectos Básicos de las Normas Oficiales Mexicanas para Residuos Peligrosos.**

**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-052-ECOL-/93).** Establece las características de los RP, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad al ambiente.

### **- OBJETIVO:**

Determinar cuáles residuos deben considerarse peligrosos, dar a conocer un listado de los mismos y un listado de sus componentes tóxicos y de sus concentraciones máximas permitidas.

### **- ASPECTOS ESENCIALES**

Se tomará como base para determinar la peligrosidad o no peligrosidad de los residuos que éstos se encuentren comprendidos en los listados de la Norma Oficial Mexicana.

- a) "Clasificación de RP por giro industrial y proceso" (Anexo 2).
- b) "Clasificación de residuos por fuente no específica" (Anexo 3).
- c) "Clasificación de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas" (Anexo 4).
- d) "Clasificación de residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas" (Anexo 4); o bien que
- e) Los residuos presenten una o más de las características denominadas CRETIB; es decir, que sean corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, y/o estén considerados como biológicos infecciosos.

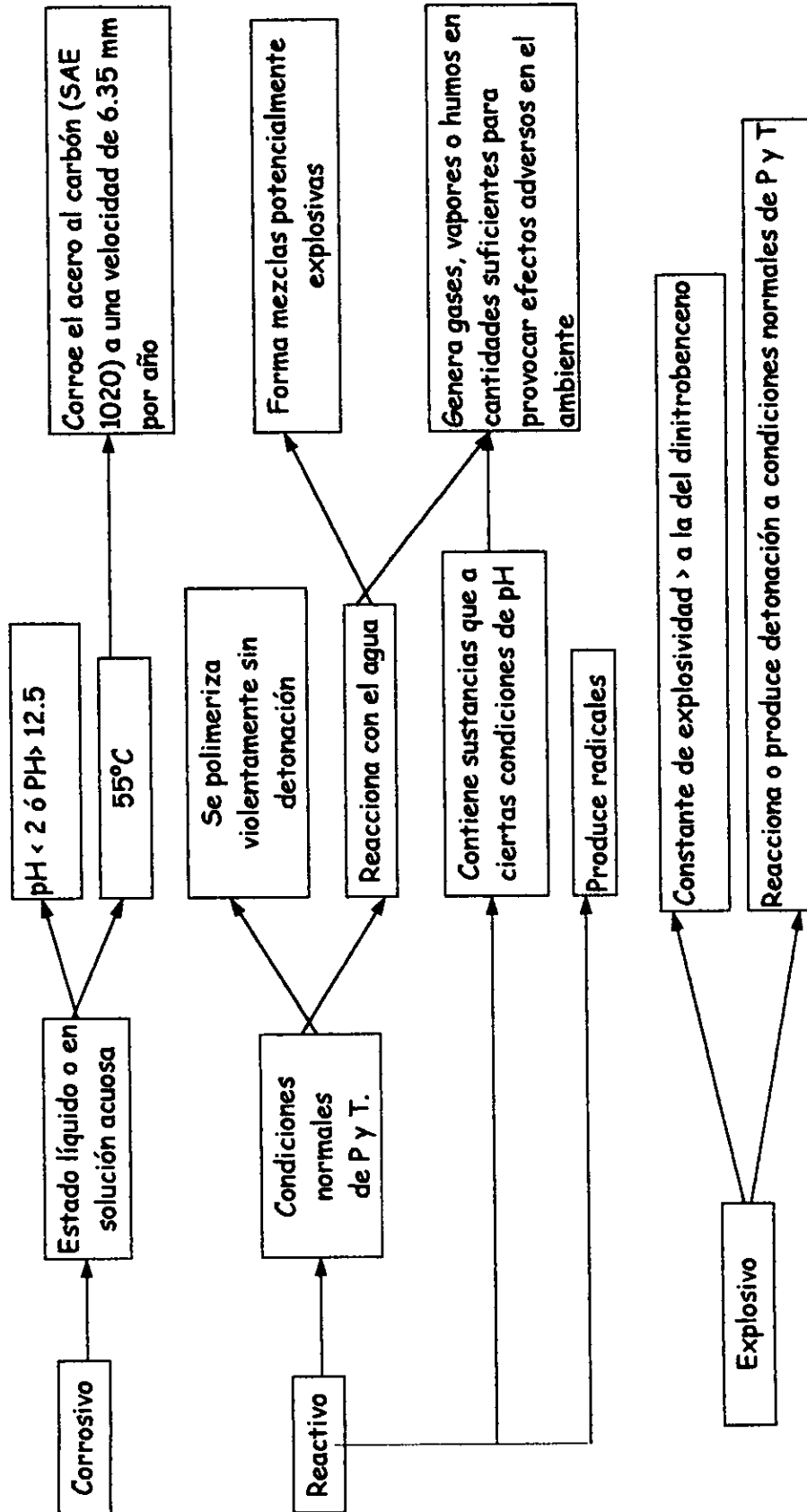
Las características CRETIB del residuo se obtienen al hacer un análisis físico-químico-biológico, conforme al inciso 5.5 de la presente norma.

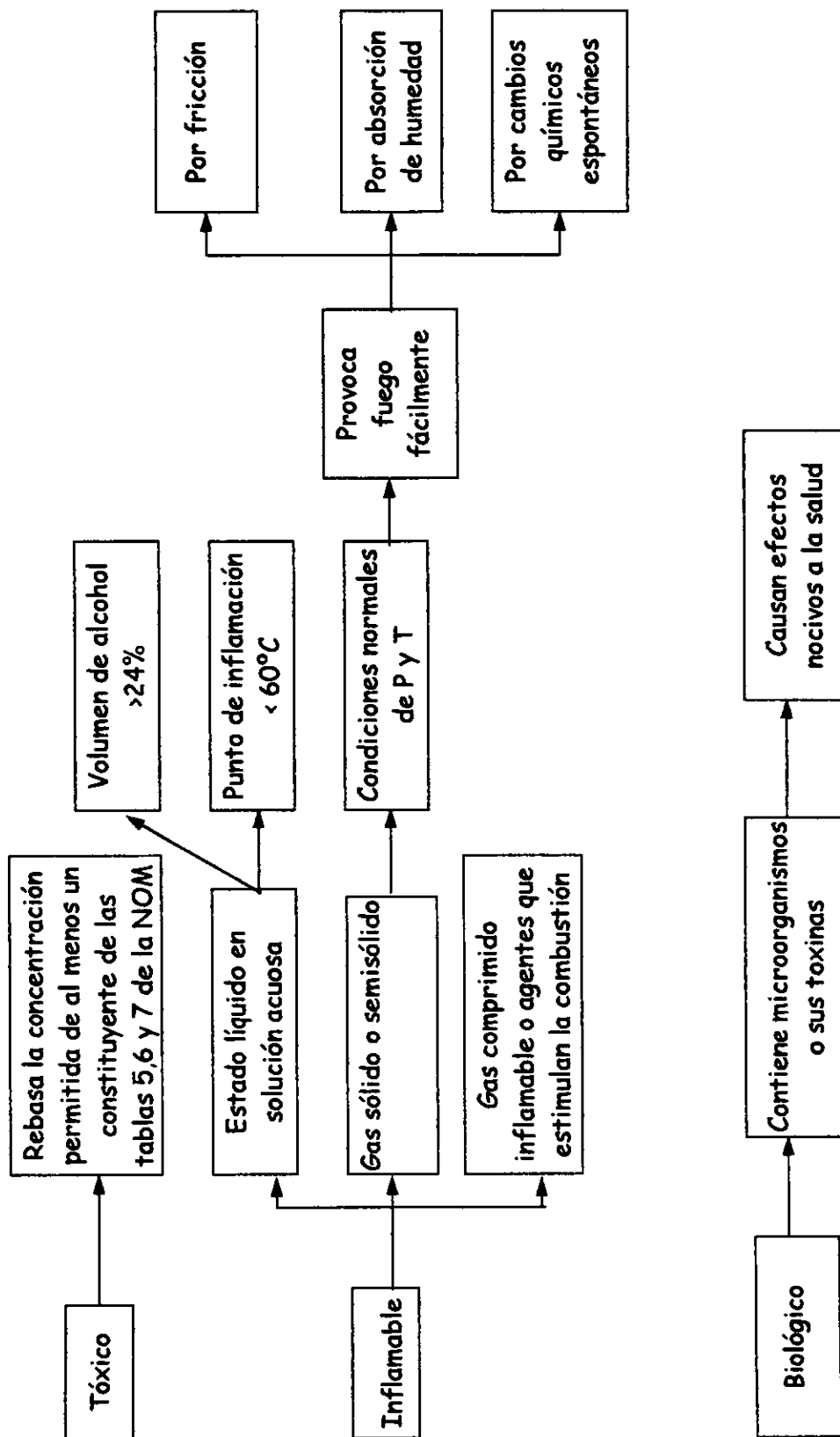
- Un residuo que no se encuentre clasificado en las tablas de los Anexos 2-4 se considera peligroso si presenta una o más de las características

especificadas de acuerdo a las condiciones de medición establecidas en el inciso 5.5.

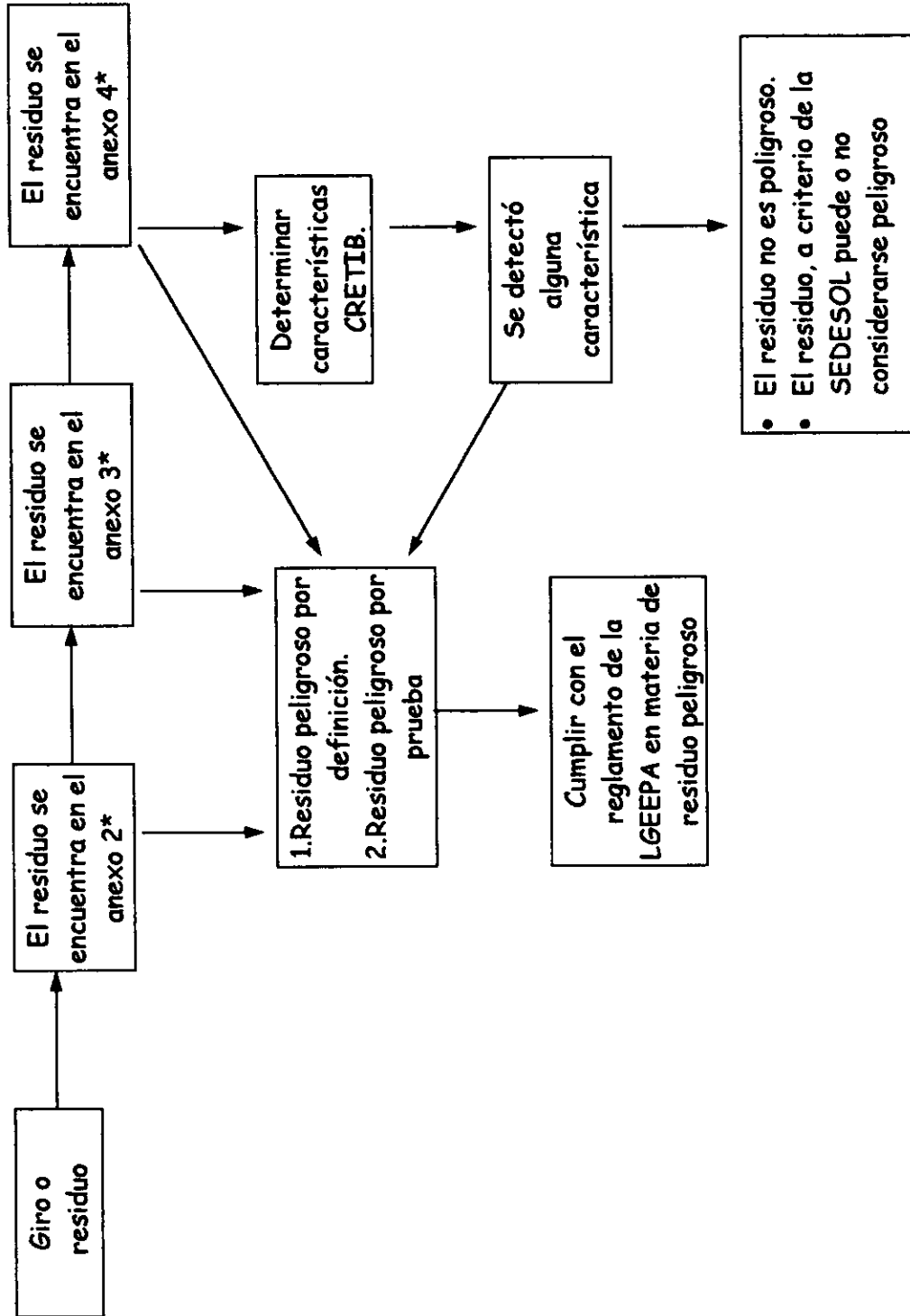
- Un residuo que cumpla con los criterios a),b),c) y d), pero que no exceda los límites establecidos para ninguna de las características indicadas en el punto e), podrá ser exceptuado de ser considerado residuo peligroso a criterio de la Secretaría de Desarrollo Social.
- En caso de que un residuo se determine como peligroso, el generador tendrá que cumplir con lo estipulado en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS SEGUN SU CLAVE CRETIB





# METODO DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS



**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-053-ECOL/93).** Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (DOF, octubre 22 de 1993)

**- OBJETIVO**

Dar a conocer el procedimiento oficial para preparar las muestras de residuos que se someterán a análisis para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligrosos por su toxicidad

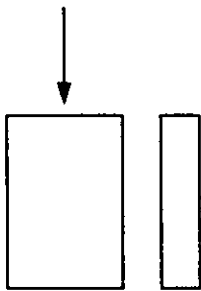
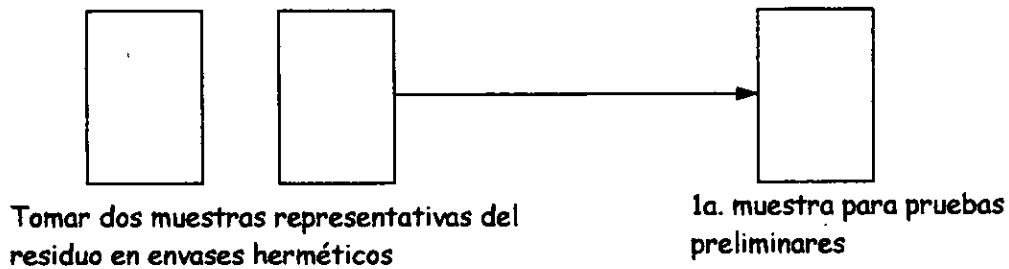
**- ASPECTOS ESENCIALES**

Se toman dos muestras representativas del residuo, en los términos que marca la NOM aplicable. La primera muestra se emplea para las pruebas preliminares; la segunda se utiliza para la prueba de extracción.

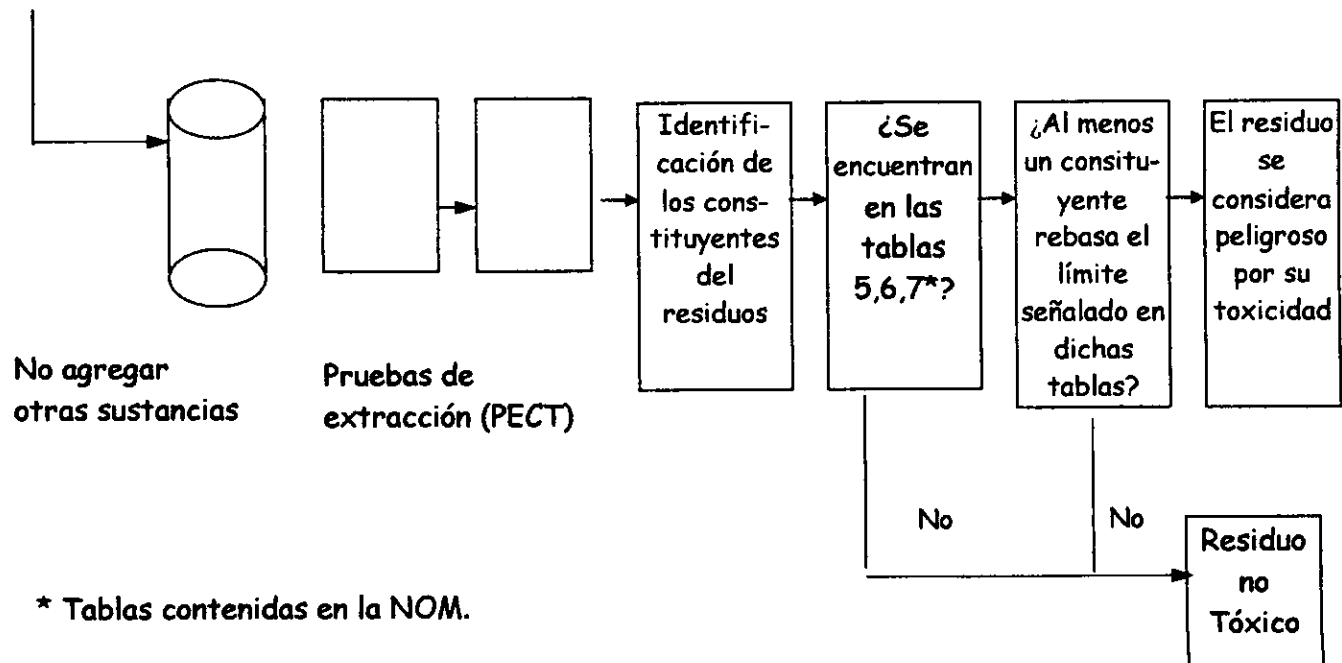
**CONDICIONES PARA LA PRUEBA DE EXTRACCIÓN**

- Las muestras y los extractos deben ser preparados para el análisis de un plazo que no rebase los 14 días: además, deben ser preservados a una temperatura de 4°C.
- En caso de compuestos volátiles, las muestras deberán ser recolectadas y preservadas de modo que se prevenga la pérdida de éstos.
- En ningún caso se deben agregar otras sustancias a la muestra para preservarla antes de la extracción.
- La prueba de extracción se elabora con aparatos y materiales adecuados, comparando las concentraciones de los constituyentes que determinan la toxicidad del residuo analizado, de acuerdo con las tablas 5,6 y7 del anexo 5 señaladas en la NOM-052-ECOL/93.
- Si al menos un constituyente de dicha tabla rebasara la concentración máxima permitida, el residuo se considerará como tóxico por su prueba.

## METODOLOGIA PARA LA PRUEBA DE EXTRACCION A FIN DE DETERMINAR LA TOXICIDAD DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.



Preservar a 4°C no más de 14 días





**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-054-ECOL/93).**

Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-/93 (DOF, Octubre 22 de 1993).

**- OBJETIVO**

Esta norma pretende proporcionar un mecanismo que permita identificar fácilmente cuándo dos o más residuos no deben mezclarse, ya que pueden ocasionar daños a la salud y al ambiente.

**- ASPECTOS ESENCIALES**

Para determinar la incompatibilidad entre los RP se incluyó a éstos en diversos grupos reactivos enlistados en los anexos de la Norma y se elaboró un código de reactividad que describe las consecuencias de que dichos grupos de residuos reaccionen entre sí.

Con base en esa información se construyeron tablas de incompatibilidad en las que se puede consultar el comportamiento de pares de grupos reactivos en las casillas en las que éstos se interceptan.

Ejemplo: Si se tiene un residuo que contenga nitruros (número 25 de la lista de grupos reactivos) y otro residuo que contenga aldehídos (número 5 de la lista de grupos reactivos), al interceptar ambos grupos en la tabla de incompatibilidad, se cae en la casilla que contiene las letras gfH. Esto significa, según el código de reactividad, que si se mezclan esos residuos se generarán gases inflamables (gf) y calor, por reacción química (H); por tanto, los residuos son incompatibles.

## TABLA DE INCOMPATIBILIDADES

No.	Reactividad nombre del grupo									
1	Acidos minerales no oxidantes	1								
...			2							
...				3						
...					4					
5	Aldehídos					5				
...							6			
...								...		
25	Nitruros					gfH			25	
...									...	
107	Sustancias reactivas al agua									107

### Código de Reactividad      Consecuencias de la reacción

- H      Genera calor por reacción química
- F      Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción.
- G      Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados.
- Gt      Genera gases tóxicos.
- Gf      Genera gases inflamables
- E      Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción.
- P      Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos, e inflamables.
- S      Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos.
- D      Produce reacción desconocida. Sin embargo, debe considerarse como incompatible la mezcla de los residuos correspondientes a este código, hasta que se determine la reacción específica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-055-ECOL/94).** Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de RP, excepto los radiactivos (DOF, octubre 22 de 1993).

**- OBJETIVO**

Sentar las bases para una elección adecuada de los sitios que serán destinados a confinamientos controlados de RP (excepto radioactivos), con el fin de reducir los riesgos de contaminación ambiental.

**- ASPECTOS ESENCIALES**

Los requisitos que debe reunir el sitio destinado a confinamiento controlado son los siguientes:

- **Geohidrológico**

Evitar la conexión con acuíferos, de preferencia; en caso de encontrarse en las cercanías de un acuífero, el sitio debe estar ubicado a una distancia tal que no permita la filtración de cualquier elemento contaminante.

Tener un tiempo de flujo de la superficie al manto freático mayor a 300 años.

- **Hidrología Superficial**

Ubicarse fuera de las llanuras de inundación.

Situarse en un desnivel de al menos 20 metros a partir del fondo del cauce de corrientes.

Encontrarse por lo menos a 500 metros alejado longitudinalmente a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial.

Ubicarse fuera de las zonas del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas y de las zonas consideradas como patrimonio cultural, así como de las áreas donde se encuentren especies animales y vegetales protegidas.

- **Climáticos**

Ubicarse en áreas donde se evite que los vientos dominantes puedan transportar emanaciones a centros de población.

Tener una precipitación media anual en el sitio menor a los 2 000 milímetros.

- **Sísmicos**

Ubicarse en zona asísmica.

De no cumplirse la condición de asismicidad, el riesgo sísmico debe ser mínimo (menor a cuatro sismos mayores de 7° Richter en los últimos 100 años)

- **Topográficos**

Tener una pendiente media de terreno natural no menor de 5% ni mayor de 30 por ciento.

El terreno debe estar protegido de la erosión hídrica y eólica.

El camino de acceso que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable en todo tiempo y estar en buenas condiciones de seguridad.

**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-056-ECOL/93).** Establece los requisitos para diseñar y construir las obras complementarias de un confinamiento controlado de RP (DOF, Octubre 22 de 1993).

**- OBJETIVO**

Identificar las instalaciones, áreas, servicios y otros elementos con los que deben contar los confinamientos controlados de RP para su operación adecuada y dar a conocer los requisitos para su diseño y construcción.

**- ASPECTOS ESENCIALES**

- **Áreas de acceso y espera.**- Tienen como función controlar entradas y salidas del personal y/o los vehículos. Deberán tener las dimensiones y capacidad adecuada para estacionar los vehículos que transporten residuos peligrosos.
- **Cerca perimetral y de seguridad.**- Se establecen las dimensiones y los materiales a utilizar para las cercas.
- **Caseta de pesaje y báscula.**- La báscula con una capacidad de 60 ton por lo menos y debe ubicarse en una caseta techada, con una superficie mínima de 6m<sup>2</sup>; su instalación debe apegarse a las especificaciones del fabricante.
- **Laboratorio.**- Debe contar con los elementos necesarios para verificar la composición y características de los residuos, así como para realizar los análisis de lixiviados y pruebas de campo.
- **Caminos.**- Se establecen las especificaciones que deben tener los caminos tanto interiores como exteriores, tomando en cuenta el tipo de terreno, la pendiente, la carga, los materiales, etcétera.
- **Área de mantenimiento temporal.**- Está destinada a recibir RP cuando no haya celdas disponibles o cuando no sea posible realizar el confinamiento en forma inmediata. Debe tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de RP que se recibe por día.
- **Área de emergencia temporal.**- Está destinada a recibir RP que provengan de una contingencia o que deban estabilizarse antes de su depósito.
- **Área de limpieza.**- Está destinada al aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales usados en la operación de confinamiento.
- **Drenaje.**- Se dan las especificaciones a seguir para la construcción tanto del drenaje interior como del exterior.
- **Instalación de energía eléctrica.**- Debe satisfacer las necesidades de iluminación de las áreas, así como el funcionamiento de los equipos y maquinaria que lo requieran (interior y exterior).

- El confinamiento deberá contar además con una fuente de energía eléctrica para emergencias.
- Señalamientos.- Deben ser de tres tipos: informativos, preventivos y restrictivos. SE INSTALARÁN EN ÁREAS DE ACCESO, ZONAS RESTRINGIDAS, ANDADORES Y CAMINOS.
- Pozos de monitoreo.- Se dan las especificaciones para construir los pozos para monitoreo de lixiviados y aguas subterráneas; de manera que sea posible verificar que no existan fugas de líquidos en los confinamientos.
- Area de amortiguamiento.- Debe tener por lo menos 12 m de ancho.
- Taller de mantenimiento.- Debe dar mantenimiento a maquinaria pesada y vehículos.
- Area administrativa.- Debe contar con espacio suficiente para la instalación de oficinas.
- Servicio de primeros auxilios.- Debe contar con un servicio de primeros auxilios, necesarios conforme a las disposiciones legales aplicables.

---

**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-057-ECOL/93).** Establece los requisitos que deben observarse al diseñar, construir y operar celdas de un confinamiento controlado para RP. (DOF, octubre 22 de 1993).

**- OBJETIVO**

Determinar los requisitos para el adecuado diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para RP; con el fin de evitar en lo posible contaminación de los mantos freáticos, así como del ambiente en general.

**- ASPECTOS ESENCIALES**

**CELDAS**

- Las celdas de un confinamiento controlado deben ser impermeables; contar con sistemas para captar lixiviados; y de venteo de gases (en caso necesario). Deben tener muros con grosor y resistencia adecuados; la estructura de los taludes y el fondo deben ser resistentes.
- En la celda sólo se podrán depositar los RP enlistados en la norma NOM-052- ECOL/93, tales como los RP compatibles, los estabilizados y, de ser a granel, tener un porcentaje de agua menor a 30%; (si el contenido de agua es mayor a este porcentaje deberán ser envasados previamente). No se pueden depositar RP con contenido de aceite mayor a 5% o con trazas de aceite y más de 25% de humedad.

**SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE LIXIVIA-DOS (SCL)**

- Los SCL deben contar con: colector, subcolector, cárcamo y pozos de monitoreo que formen un sistema de drenaje impermeable, resistente y eficiente. Debe existir un SCL por cada 500 m<sup>2</sup> de celda.
- El cárcamo debe poder almacenar los lixiviados y la precipitación pluvial promedio del sitio y se monitoreará adecuada y constantemente.

## SISTEMA DE VENTEO (SV)

Debe existir un SV por cada 300 m<sup>2</sup> de celda. El diámetro de los conductos y la altura de los subcolectores de captación de gases estarán predeterminados por residuos peligrosos.

## OPERACIÓN

- Se depositarán RP a granel y envasados en diferentes frentes libres de lixiviados. Los envasados se depositarán en grupos. Los RP a granel deben compactarse periódicamente. No se operarán las celdas en caso de precipitación pluvial. Se verificará la existencia de lixiviados continuamente, extrayéndolos y tratándolos. No circulará equipo mecánico con peso mayor de 10 ton sobre las celdas de confinamiento controlado con RP envasados.

## EQUIPO DE PROTECCIÓN

- Los operarios deben utilizar equipo de protección adecuado.



**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-058-ECOL/93).** Establece los requisitos para operar un confinamiento controlado de RP (DOF, Octubre 22 de 1993).

**- OBJETIVO**

Determinar los requisitos para operar un confinamiento controlado para RP con el fin de controlar con un adecuado sistema de control, manejo y registro, así como con las especificaciones necesarias para su disposición en dicho sitio.

**- ASPECTOS ESENCIALES**

**REGISTRO**

- Deberá contarse con una bitácora foliada para registrar las entradas y salidas de residuos peligrosos; así como libros de registro de pesaje y de laboratorio.

**OPERACIÓN**

- El transportista deberá contar con los manifiestos correspondientes y presentarlos para verificar que los residuos correspondan con lo especificado en dichos documentos.

**PESAJE**

- Deberá verificarse que el peso de los residuos a tratar corresponda a lo señalado en los manifiestos.

**ANÁLISIS**

- Todo residuo peligroso debe ser muestreado, analizado y clasificado.

## TRATAMIENTO

- Los residuos peligrosos deberán ser tratados para asegurar su estabilización y reducir su peligrosidad y riesgo de fuga.

## ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE CONFINAMIENTO.

- Los RP deberán ser depositados de forma inmediata en el área y la celda, tomando en cuenta sus características CRETIB (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, y/o estén considerados como biológico infecciosos).

## CIERRE DE LA CELDA

- Las celdas de confinamiento cuya capacidad haya sido alcanzada deberán cubrirse y contar con una placa de identificación.

## MONITOREO

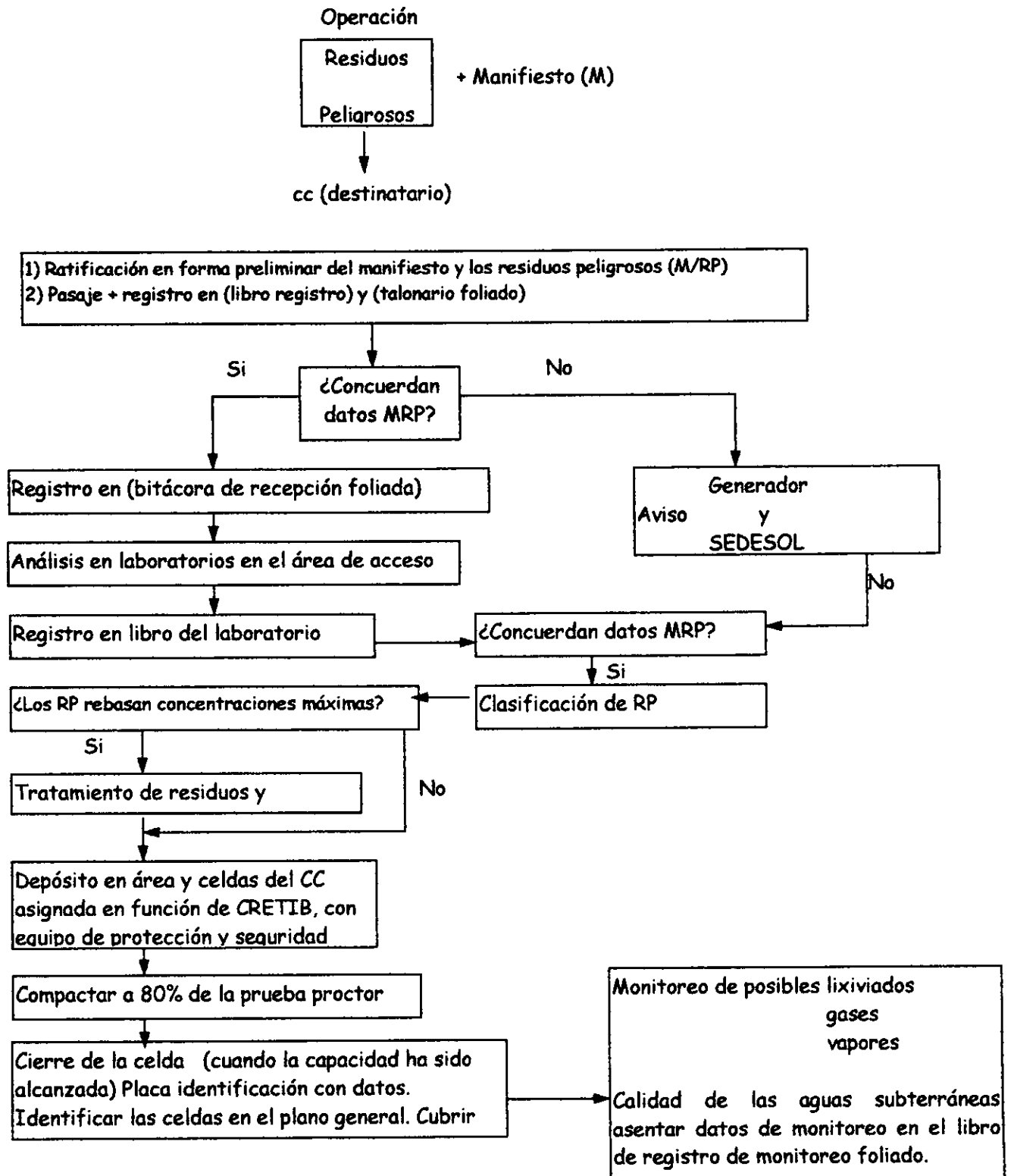
- El responsable llevará a cabo una revisión permanente en los pozos de monitoreo y sistemas de venteo para detectar emisiones de gases y lixiviados.

## OBRAS COMPLETAS

- Caminos interiores circulables a velocidad permitida.
- Drenajes en buen estado
- Señalamientos visibles e iluminación adecuados.

El área de emergencia se utilizará para recibir en el confinamiento residuos en forma temporal y extraordinaria que provengan de alguna contingencia.

**REQUISITOS PARA LA OPERACION DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO ( CC ) DE RESIDUOS PELIGROSOS**



**NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-087-ECOL/94).** Establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos.

**- OBJETIVO**

Determinar los requisitos para clasificar, separar, envasar, almacenar, recolectar, transportar, tratar y la disposición final de los residuos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humano como veterinarios.

**- CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

## PROYECTO DE NORMAS OFICIALES EN MATERIA DE RESIDUOS MUNICIPALES

NOM-083-ECOL-1994. Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales.(DOF, junio 22 de 1994).

NOM-084-ECOL-1994. Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias. (DOF, junio 22 de 1994).

### Sistema de Notificación de Manejo de Residuos Peligrosos.

La gestión de residuos peligrosos demanda conocer las empresas o actividades que los generan; el volumen y tipo de residuos que se producen, transportan, almacenan, reciclan, tratan o eliminan anualmente, así como detectar los lugares del territorio nacional donde esto ocurre; tener información sobre las empresas transportadoras y las involucradas en su almacenamiento, tratamiento o eliminación final; registrar los incidentes en los que se producen derrames y la forma en que son atendidos para minimizar o controlar los riesgos. Con tal fin, se ha establecido un sistema de notificación basado en los siete diversos manifiestos y reporte de manejo de residuos peligrosos.

### MANIFIESTOS Y REPORTES DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

TIPOS DE MANIFIESTOS Y REPORTES DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	FECHA DE PUBLICACIÓN
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)
Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)
Reporte Mensual de RP Confinados en sitios de	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica

Disposición Final.	No.2 (VIII-89)
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Bifenilos Policlorados.	DOF (3 V 89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89)

### Otros Ordenamientos Legales Relacionados.

Además de los instrumentos jurídicos ambientales descritos anteriormente existen otros ordenamientos legales relacionados con la administración de los residuos peligrosos tales como:

#### - SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligroso (7 Abril 1993)

NOM-002-SCT2-1994. Listado de las Substancias Peligrosas más Usualmente Transportadas.

NOM-003-SCT2-1994. Características de las Etiquetas de Envases y Embalajes Destinadas al Transporte de Substancias y Residuos Peligroso.

NOM-004-SCT2-1994 Sistema de Identificación de Unidades Destinadas al Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

NOM-005-SCT2-1993 Información de Emergencia en Transportación para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos.

NOM-006-SCT2-1993 Aspectos Básicos para la Revisión Ocular Diaria de la Unidad Destinada al Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos.

NOM-007-SCT2-1994 Marcado de Envases y Embalajes Destinados al Transporte de Substancias y Residuos Peligrosos.

**NOM-008-SCT2-1993 Disposiciones para Efectuar la Inspección de Equipo de Arrastre Ferroviario.**

**NOM-009-SCT2-1994 Compatibilidad para el Almacenamiento y Transporte de Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos de la Clase 1 "Explosivos".**

**NOM-020-SCT2-1994 Características Generales para la Construcción y Reconstrucción de Autotanques.**

**NOM-024-SCT2-1994 Especificaciones para la Construcción y Reconstrucción, así como Métodos de Prueba de los Envases y Embalajes de las Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos.**

**NOM-025-SCT2-1994 Disposiciones Especiales para las Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos de la Clase 1 "Explosivos".**

**NOM-027-SCT2-1994 Disposiciones Generales para el Envase, Embalaje y Transporte de las Substancias y Materiales Peligrosos de la División 5.2 Peróxidos Orgánicos.**

**NOM-SCT2 Especificaciones Especiales y Adicionales para el Envase y Embalaje de los Materiales Peligrosos de la División 6.2 Substancias Infecciosas (Citada de esta forma en el D.O.F del 23 de Junio de 1994, Pág. 59).**

#### **Proyectos de Normas SCT.**

**NOM-018-SCT2-1994 Disposiciones para la Carga, Acondicionamiento y Descarga de Materiales y Residuos Peligrosos en Unidades de Arrastre Ferroviario.**

**NOM-019-SCT2-1994 Disposiciones Generales para la Limpieza y Control de Remanentes de Substancias y Residuos Peligrosos en las Unidades que Transportan Materiales y Residuos Peligrosos.**

**NOM-021-SCT2-1994 Disposiciones Generales para Transportar otro Tipo de Bienes Diferentes a las Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos, en Unidades Destinadas al Traslado de Materiales y Residuos Peligrosos.**

**NOM-023-SCT2-1994 Información Técnica que debe Contener la Placa que Portaran los Autotanques, Recipientes Metálicos Intermedios para Granel (Rig) y Envases con Capacidad Mayor a 500 Litros que Transportan Materiales y Residuos Peligrosos.**

**NOM-028-SCT2-1994 Disposiciones Especiales para los Materiales y Residuos Peligrosos de la Clase 3 Líquidos Inflamables.**

**- SECRETARIA DE GOBERNACIÓN**

**Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (28 de Marzo de 1990, 4 de Mayo de 1992).**

**- SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL**

**NOM-008-STPS-1993. Relativo a las Condiciones de Seguridad e Higiene para la Producción, Almacenamiento y Manejo de Explosivos en los Centros de Trabajo.**

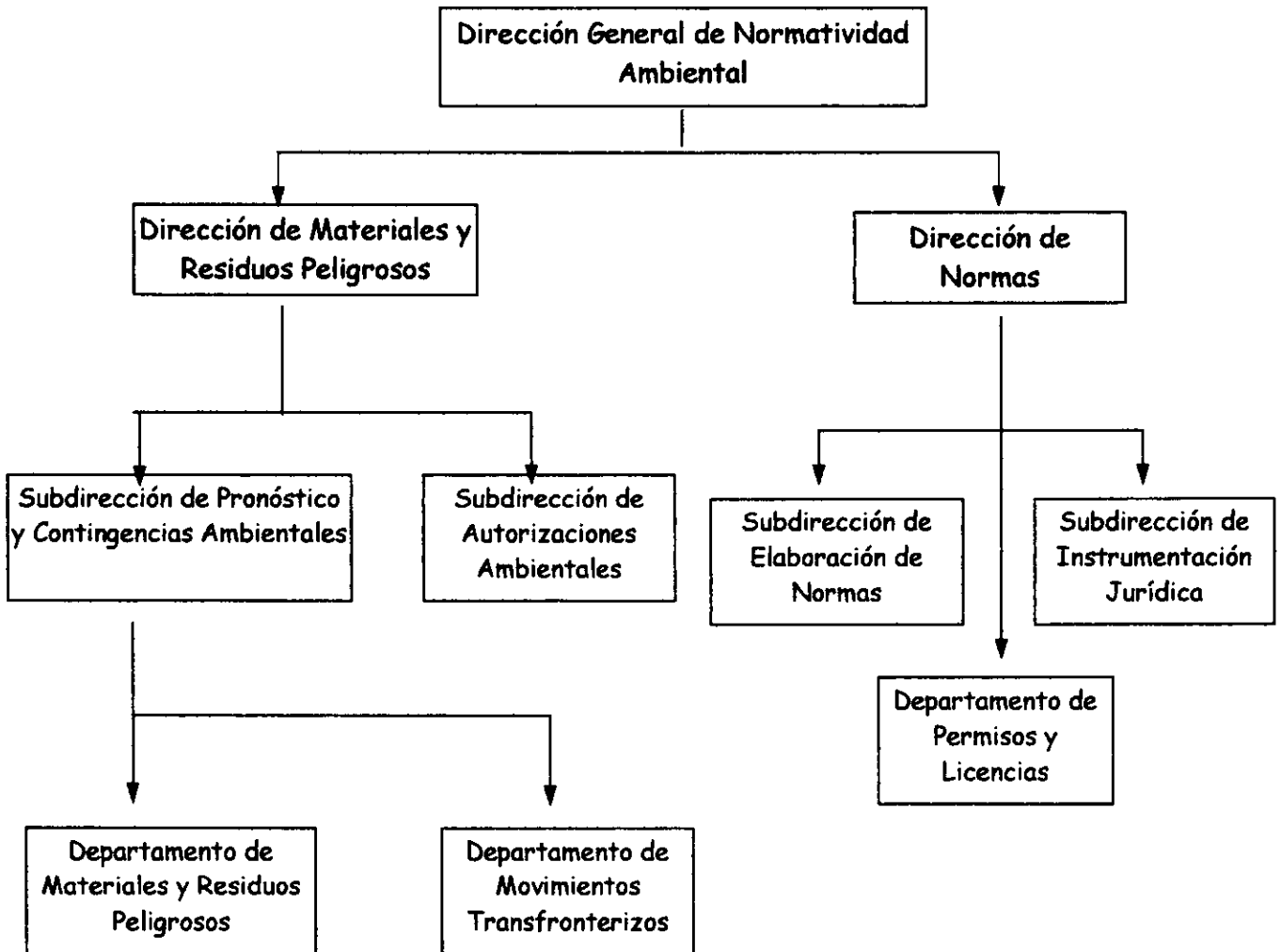
**NOM-009-STPS-1993. Relativo a las Condiciones de Seguridad e Higiene para la Producción, Almacenamiento, Transporte y Manejo de Sustancias Corrosivas, Irritantes y Tóxicas en los Centros de Trabajo.**

**NOM 010 STPS 1993. Relativo a las Condiciones de Seguridad en los Centros de Trabajo, donde se Produzcan, Almacenan ó Manejan Sustancias Químicas Capaces de Generar Contaminación en el Ambiente Laboral.**

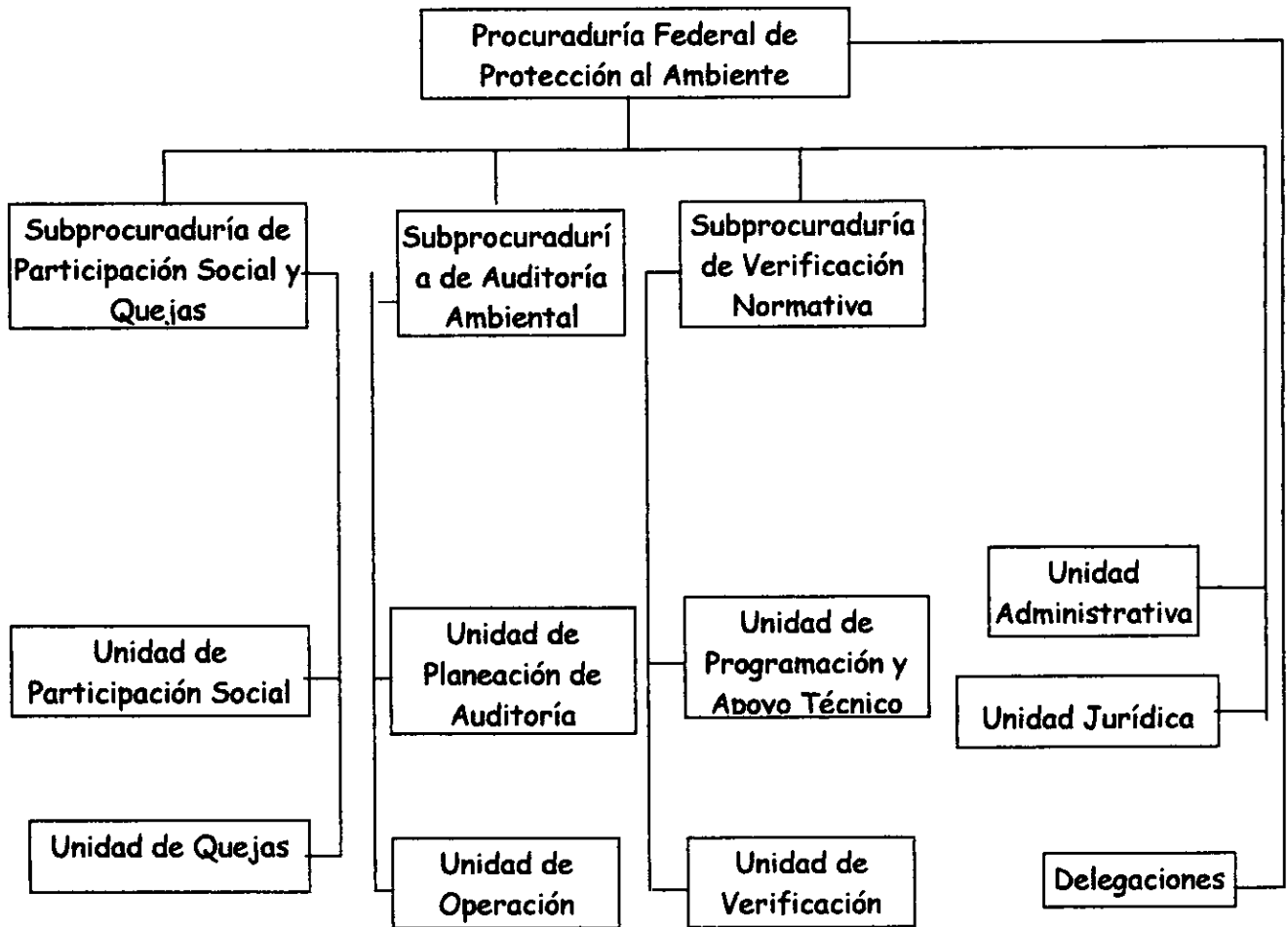


## Marco Institucional

Los órganos institucionales encargados de ejercer y hacer cumplir el marco jurídico en materia de residuos peligrosos recae directamente sobre:



La DGN se encarga de formular y proponer las políticas, programas, normas oficiales mexicanas, lineamientos, medidas y procedimientos técnicos para proteger, preservar y restaurar el ambiental.



La Procuraduría se encarga de vigilar, cuando no corresponda a otras dependencias de la administración política federal o a las autoridades locales; el cumplimiento de la legislación, normas, criterios y programas para la protección, defensa del ambiente; así como establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el cumplimiento de tales fines, en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

## **Legislación Estadounidense sobre Residuos Peligrosos.**

En 1976 la EPA (Environmental Protection Agency) recibió, por mandato del congreso, la orden de establecer la RCRA (Resource Conservation and Recovery Act) para proteger la vida humana y el ambiente, derivados del manejo inadecuado de residuos peligrosos. En principio la EPA reguló sólo a los grandes generadores, quienes producen la mayor porción de residuos peligrosos, el 9 de mayo de 1980 la EPA publicó lo referente a pequeños generadores ( 100 a 1000 kg de residuos peligrosos mensuales ).

La EPA ha desarrollado la reglamentación para la clasificación y caracterización de residuos peligrosos y se encuentra publicada en el CFR (code of Federal Regulations) en sus diferentes partes.

- Clasificación de pequeños generadores EPA/530 SW 83 003, Washington D.C., March 1986.
  
- Determinación de la Corrosividad  
Code of Federal Regulations 40 CFR 261.22  
Code of Federal Regulations 40 CFR 260.11
  
- Determinación de la Reactividad  
Code of Federal Regulations 40 CFR 261.23  
Federal Register 45 FR 33119, May 19,1980
  
- Determinación de la Explosividad  
Code of Federal Regulations 49 CFR 173.51  
Code of Federal Regulations 49 CFR 173.53  
Code of Federal Regulations 49 CFR 173.88
  
- Determinación de la Toxicidad  
Code of Federal Regulations 40 CFR 261.24.  
Federal Register 55 FR 11862, March 29, 1990
  
- Determinación de Inflamabilidad  
Code of Federal Regulations 40 CFR 261. 21  
Code of Federal Regulations 40 CFR 173.300

Code of Federal Regulations 40 CFR 173.151

- Code of Federal Regulations 40 CFR 161 (Apéndices)

Appendix I. Representative Sampling Methods.

Appendix II. Method 1311. Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

Appendix III. Chemical Analysis Test Methods.

Appendix IV. Radioactive Waste Test Methods.

Appendix V. Infections Waste Treatment Specifications.

Appendix VI. Etiologic Agents.

Appendix VII. Basis for Listing Hazardous Waste

Appendix VIII. Hazardous Constituents

Appendix IX. Wastes Excluded.

Appendix X. Method of Analysis for Chlorinated Dibenzo-P-dioxins and dibenzofurans.

Existen también otras instancias jurídicas que sirven de apoyo a la EPA, tales como:

- RCRA -Resource Conservation and Recovery Act - Ley para la Recuperación y Conservación de Recursos.

Establece el manejo de los residuos peligrosos de la cuna a la tumba.

Regula los estándares sobre generación, tratamiento y almacenamiento de RP.

Establece responsabilidades de las empresas en caso de fugas de tanques de almacenamiento enterrados.

Establece la caracterización de residuos y monitoreo del agua subterránea.

- TSCA - Toxic Substance Control Act - Ley para el Control de Sustancias Tóxicas.

Establece un sistema para identificar y evaluar los efectos de las sustancias químicas a la salud de seres humanos.

Para lograr esta meta, la EPA está autorizada para:

- a) Recoger todos los datos existentes sobre sustancias que contienen agentes químicos tóxicos.
- b) Reglamentar la fabricación, procesos, uso y distribución de sustancias químicas que pueden causar daño.
- c) El título II de esta ley le da el cargo a la EPA de preparar normas y reglamentos para proteger a los seres humanos de asbestos y radón.

---

## CAPITULO III GESTION AMBIENTAL

Dentro de el marco del Desarrollo Sustentable, es decir, un desarrollo económico, el mayor reto es la optimización del equilibrio entre la producción y el uso eficiente de los recursos no renovables.

Pero, qué entendemos por recurso? <sup>3</sup>Un recurso es algo con valor y utilidad, y está condicionado por cuatro variables:

Cantidad  
Calidad  
Tiempo  
Espacio

Todos ellos, en conjunto, condicionan la utilidad y el valor de un recurso. El problema está en que gran parte de los recursos ambientales no han sido considerados bienes económicos, debido, a su abundancia, ausencia de propietario y su novedad. Un recurso ambiental, puede tener valor y utilidad y carecer de un precio en el mercado. Las corrientes actuales hablan ya de la economía ambiental, como aquélla capaz de integrar los bienes ambientales en el análisis económico, de modo que se pueda llegar a establecer la verdadera relación de costo y beneficio de cada acto.

En la actualidad una empresa en un sistema abierto, recibe del entorno recursos que transforma en productos, generando residuos que devuelve al medio. Esto hace que se creen normas, las cuales exigen:

- Reducción de la contaminación en origen
- Optimo aprovechamiento de los recursos
- Responsabilidad (Quien contamina paga)
- El medio ambiente es una unidad de gestión

Por otra parte, el hecho de que sea el coordinador medioambiental el único con responsabilidades ambientales, es un atraso y no sirve para nada, ya que se inutiliza todas las iniciativas que éste proponga llevar a cabo. En cambio sí todos los integrantes de cualquier empresa conocen los problemas

ambientales derivados de sus actividades y proponen iniciativas para su solución, serían corresponsables y la solución general será más fácil de alcanzar.

El medio ambiente no es un tema aparte, ni una carga nueva, es una oportunidad de hacer mayor las cosas y debe ser contemplada como un aspecto a tener en cuenta en la economía de la empresa, por lo que se debe plantear ante todo como si la acción que se va a emprender es ambientalmente correcta seguiría la filosofía de que ECOLOGÍA=CALIDAD=PRODUCTIVIDAD=ECONOMÍA=RENTABILIDAD.

Esta demostrado que la preocupación por las consecuencias ambientales en las operaciones productivas es una forma de motivar al personal, lo que se ve reflejado en una mejora productiva y consecuentemente en una mejora ambiental.

### III.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Así la implementación de un sistema de gestión ambiental en la empresa, es un conjunto de acciones encaminadas a conseguir un objetivo. Un sistema de gestión ambiental comprende la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar, implementar y llevar a cabo una política ambientalmente amigable.

La elaboración de éste sistema debe comenzar con la elaboración de un documento que contenga el compromiso ambiental de la empresa. Después un diagnóstico preliminar que desembocará en la definición de una política ambiental; para llevar a cabo ésta, se necesita una adecuada organización y un programa detallado de actuación que habrá de quedar por escrito en el denominado "Manual de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental".

Si además del manual se incluye un sistema de control, seguimiento (auditorías ambientales) y adecuaciones del plan, se completa lo que se ha definido como "Sistema de Gestión Ambiental".

Un sistema de gestión ambiental en una dependencia debe estar basado en una serie de conceptos base:

- Cumplimiento de la normatividad
- Prevención antes que corrección
- Minimización de residuos en origen incidiendo en las buenas prácticas
- Ahorro de recursos
- Elaboración de procedimientos operativos
- Capacitación e información internas y externas
- Vigilancia y registro de los efectos ambientales

Debe prever todo tipo de repercusiones en:

- Condiciones de funcionamiento tanto normales como anormales
- Accidentes y situaciones de emergencias potenciales
- Actividades pasadas, presentes y previstas

### **III.2 MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS**

Cabe hacer mención de la importancia de uno de los puntos anteriormente señalados, que es la minimización de residuos en el origen, que inciden en las buenas prácticas. Se entiende por minimización de residuos y emisiones todas aquellas operaciones encaminadas a asumir medidas tanto organizativas como operativas que estén encaminadas a disminuir la generación de los mismos, o bien procesándolos a través de una fase de recuperación y tratamiento para lograr así una evacuación inocua en el ambiente e incluso que puedan ser reutilizados como materias primas en otros procesos productivos. Este conjunto de operaciones tiene que ser económico y técnicamente factible en la empresa.

Un manual de minimización está compuesto por tres partes:

- Plan de minimización
- Buenas Prácticas
- Auditorías



Las técnicas de minimización de residuos no siempre están basadas en tecnologías de punta y en grandes capitales, en muchos casos lo que se requiere son únicamente pequeños cambios adecuados en el manejo de los materiales en las líneas de producción.

A la hora de manejar los residuos, hay que tener en cuenta que, en primer lugar, se ha de intentar minimizar éstos. En segundo lugar, habría que tratar los residuos generados y, por último, aquellos a los que no se hubiese podido aplicar las técnicas anteriores serían depositados en lugares adecuados y seguros.

Las técnicas de minimización de residuos se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Reducción en el origen
- Reducción de volumen
- Reciclaje y reuso
- Tecnologías limpias

#### A) REDUCCIÓN EN EL ORIGEN:

Consiste en reducir o eliminar la generación de residuos. La reducción en origen puede llevarse a cabo mediante las siguientes técnicas:

- Gestión del inventario
- Modificación de los procesos de producción

#### B) REDUCCIÓN DE VOLUMEN:

Incluye aquellas técnicas que permiten la separación de unos residuos de otros, y de esta forma disminuir el costo de eliminación de los residuos o de preferencia poder reutilizarlos o reciclarlos.

Esta reducción se puede hacer de dos maneras, a) por segregación, que consiste en separar los distintos flujos de residuos, realizándose generalmente en su origen; b) por concentración, que reduce el volumen de los residuos

mediante un tratamiento físico (filtración por gravedad o vacío, ultrafiltración, ósmosis inversa, etc.). Una vez concentrado el residuo, por lo general es mucho más fácil recuperar los materiales, que pueden tener un valor económico.

### **C) RECICLAJE Y REUSO:**

El reciclaje consiste en la reutilización del residuo en el mismo proceso que lo ha producido, bien directamente o mediante algún tratamiento previo.

El reuso se basa en la utilización del residuo generado en otro proceso distinto del que lo ha producido. Como en el caso del reciclaje, este residuo se podrá introducir en un proceso nuevo directamente o, si es al contrario, antes deberá sufrir algún tipo de manipulación o tratamiento.

Estas técnicas pueden eliminar los costos de disposición, reducir los costos de materias primas y proporcionar ingresos por la venta de residuos. La eficiencia de estas técnicas dependerá de la capacidad de segregación de los residuos recuperables de otros residuos del proceso, asegurándose una máxima concentración del material recuperable.

La selección de la técnica dependerá del tipo de residuo, de las materias primas del proceso de producción y de los costos.

El recicle o el reuso fuera de la planta se aplica cuando la planta no tiene equipo disponible, cuando no se producen suficientes residuos en planta que hagan rentable la instalación de un sistema de tratamiento, o cuando el material recuperado no puede ser reutilizado en el proceso de producción. Los aceites, disolventes, lodos de galvanización, baños de proceso, baterías, chatarras metálicas y residuos plásticos son enviados habitualmente fuera de la planta para su recuperación.

### **D) TECNOLOGÍAS LIMPIAS:**

Este tipo de tecnologías son aquellos procesos de fabricación de productos en los que todas las materias primas y energías son utilizadas de la

forma más racional e integrada en el ciclo (recursos naturales o recursos materiales primarios-producción-consumo-recursos materiales secundarios), de manera que el impacto sobre el medio ambiente sea mínimo y en algunos casos nulo.

La manera de lograr este objetivo es la implantación de nuevos procesos productivos, aunque esto también se consigue en mayor o menor medida mediante la aplicación de algunas de las distintas técnicas anteriores.

El desarrollo y la implantación de un programa de minimización de residuos es un punto fundamental en cualquier programa de gestión ambiental.

Un programa eficaz de minimización se debe basar en un conocimiento exacto del proceso, así como un profundo conocimiento de los residuos generados y en la aplicación adecuada de los métodos de reducción de residuos en cada caso y en general de un conocimiento científico profundo requerido (Química, Física, Matemáticas, etc.).

<sup>4</sup>Aunque la minimización puede ser rentable, existen obstáculos que dificultan su implantación en las empresas. Estos tienen que ver con aspectos culturales y organizativos, inercias al cambio, la necesidad de justificar y disponer de inversiones no amortizadas, así como una regulación inadecuada que no establece los incentivos necesarios.

### III.3 BUENAS PRÁCTICAS

<sup>5</sup>Muchas empresas cuando consideran iniciar acciones para minimizar los residuos y emisiones que generan, lo primero que plantean son cambios técnicos en los procesos productivos; es decir, cambiar materiales, modificar equipos o rediseñar productos. Y no se dan cuenta de que deben haber estudiado antes las posibilidades de evitar los residuos y emisiones que se están generando por motivos humanos u organizativos.

Esta parte de la minimización de residuos es denominada comúnmente "Buenas Prácticas", la cual ha resultado ser bastante atractiva, por los rápidos

y sorprendentes resultados que se obtienen, como por su simplicidad y bajo costo. Se trata de medidas rentables y seguras, con la ventaja de no interferir con los procesos productivos.

La adopción de medidas de buenas prácticas para la minimización de los residuos y emisiones en una empresa genera beneficios, que inciden en la competitividad de la propia empresa, como por ejemplo:

- una mejora de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo
- una mayor motivación de los empleados
- una mejora de la calidad de los productos

El objetivo de las buenas prácticas es reducir las pérdidas sistemáticas o accidentes por materiales, en forma de contaminantes (en residuos o emisiones), y de esta manera aumentar la productividad, concentrándose en los factores humanos y organizativos de la producción principalmente.

La áreas operativas más comunes que mejor se prestan a cambios en las prácticas organizativas son:

- *Control de inventarios o seguimiento de materiales, residuos y emisiones*, es decir, comprar la mínima cantidad necesaria de materias primas; mejorar la localización de los materiales y el seguimiento de su calidad y obsolescencia o caducidad, y alterar el tamaño de los lotes de compra, de manera que resulte en una menor generación de residuos y emisiones.
- *Mejoras en la manipulación de materiales*, modificando los procedimientos utilizados en la manipulación y el almacenamiento de los materiales, con el fin de concientizar a los empleados respecto al riesgo de manipular los materiales utilizados y los residuos y emisiones generados, así como reducir la probabilidad de accidentes.
- *Prevención y control de fugas y derrames*, adoptando procedimientos que disminuyan la posibilidad de fugas en la planta. Contener las fugas instalando diques de contención y dispositivos contra salpicaduras.

- *Mantenimiento preventivo*, mediante la inspección, revisión y limpieza periódica de los equipos, para disminuir la cantidad de residuos y emisiones causados por su fallo.
- *Segregación de la corriente de residuos y emisiones*, segregando los diferentes tipos de residuos y emisiones, según su peligrosidad, estado líquido o sólido, para aumentar su potencial de reciclaje y recuperación, y reducir el volumen de residuos y emisiones que será necesario gestionar.
- *Empleo de guías para la utilización de los materiales y equipos, orientados a disminuir la generación de residuos*; por ejemplo, la descripción de los procedimientos normales de operación con diagramas de flujo o guías de trabajo; listado de condiciones y controles de operación de los procesos.

Estas medidas sólo requieren cambios en la actitud de las personas y la organización de las operaciones. Por ello las buenas prácticas pueden implantarse rápidamente, con una baja inversión y su rentabilidad suele ser muy alta y tienen un riesgo muy bajo.

En plantas donde se utilizan materiales muy peligrosos, la manipulación y el almacenamiento deben estar muy controlados por el personal, por lo tanto, es conveniente seguir las buenas prácticas siguientes:

- Manejar, transportar y almacenar cuidadosamente estos materiales
- Dar mantenimiento regularmente a los equipos de procesos
- Reaccionar rápida y eficazmente en el caso de fugas y/o derrames

Con solo adoptar estas medidas, puede disminuirse inmediatamente la cantidad de residuos y emisiones generados.

Los procesos que utilizan materias primas de alto costo unitario con frecuencia se modifican, en estos casos las buenas prácticas también ofrecen un gran potencial para mejorar el proceso y ahorrar materias primas.

Si los residuos generados tienen un costo de eliminación alto, la motivación para implantar medidas de reducción, tanto Buenas Prácticas como

cambios técnicos, será altamente justificada. Si los subproductos generados ya tienen un valor de venta alto en otras industrias, la motivación para su reducción en origen suele ser baja, a pesar de que con seguridad se obtendría un mayor beneficio evitando la generación de estos subproductos, y habrá cierta inercia a plantear cambios.

### III.4 AUDITORÍAS

En general, dependiendo de diferentes aspectos, se pueden distinguir básicamente los siguientes tipos de investigaciones: estudio, auditoría, diagnóstico e inspección. Para el control de la gestión ambiental hay varios instrumentos en manos de una dependencia. En el nivel de inicio, preventivo, está la evaluación de impacto ambiental, y en el de seguimiento y control, una vez puesta en marcha la actividad industrial, el más importante es la auditoría ambiental.

Una auditoría está en una escala inmediatamente inferior en magnitud respecto a un estudio, y es una evaluación del cumplimiento de la empresa en cuanto a requerimientos legales, objetivos corporativos y prácticas de gestión ampliamente aceptadas. Auditar es la actividad de verificar, es la comparación de lo que en realidad existe con lo que debería existir. Cuando no existen estándares o requerimientos, la auditoría se convierte en una mera evaluación. Exige también una amplia dotación de profesionales, pero no necesariamente de equipamiento. Una auditoría a diferencia de un estudio sí evalúa las prácticas de gestión y establece recomendaciones al respecto.

Tiene como objetivos la validación de los registros existentes, no su obtención; el conocer el estado real actual de una empresa (económico, tecnológico, ambiental, etc.); verificar el cumplimiento de normas jurídicas y técnicas de carácter interno y/o externo; ofrecer garantías frente a terceros (administración, compradores y accionistas); evaluar la calidad y la eficiencia de diversos elementos de su gestión; servir de base para la elaboración de planes técnicos y/o estratégicos.

Una auditoría no tiene porqué incluir muestreos y análisis, ésta aparece como una ayuda a la gestión, no como un problema añadido.

Por desgracia algunas empresas no aprovechan las auditorías para identificar y reforzar posteriormente sus puntos débiles, sino que consideran a las auditorías como pruebas que deben superar cada cierto tiempo y cuyo fin es de disimular problemas que la empresa aún no ha resuelto y prepararse para la siguiente auditoría.

Cabe tener en cuenta los procesos actuales de estandarización internacional, en particular el ISO-14000 orientado a sistemas de gestión ambiental. Es conveniente que México se prepare en forma generalizada, con antelación a la puesta en práctica de dicho instrumento de estandarización, generando condiciones internas para el fomento de capacidades de gestión ambiental dentro de la industria y de certificación privada de la misma.

- **ORIENTACIONES POR PARTE DEL INE PARA UN LICENCIAMIENTO INTEGRADO**

- \* Inducir una gestión ambiental cada vez mayor por parte del sector industrial que propicie el cumplimiento integral y creciente de sus obligaciones en la materia, así como la utilización de tecnologías de proceso menos contaminantes dentro del concepto de calidad ambiental total.
- \* Generar información integral que alimente a los Sistemas de Información Ambiental y que sirva de punto de partida para el seguimiento periódico del desempeño ambiental de la industria que se articulará en torno al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).
- \* Dar cabida a esfuerzos voluntarios de protección ambiental y a un tratamiento diferenciado de las empresas según su capacidad de gestión y voluntad de cumplimiento de la normatividad.
- \* Expedir trámites.

- \* Promover programas de cumplimiento por rama industrial, considerando acciones de reducción en la fuente, minimización de residuos, sustitución de insumos, cambios de procesos y programas de calidad total.

El logro de una gestión ambiental a través de una licencia ambiental única, permitirá coordinar en un sólo trámite, dentro de un enfoque proactivo y con criterios de corresponsabilidad empresarial, el análisis de evaluación y dictamen de los efectos ambientales de la industria.

En resumen, las auditorías pueden y deben utilizarse ya, siempre y cuando existan algunas premisas de partida.



## CAPITULO IV

### DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN EL INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA CELULAR

Una vez ubicado cada laboratorio del Instituto se procedió a elaborar un Plan de Trabajo, donde se realizaron las siguientes actividades:

- *Visitas de inspección*
- *Diseño de la metodología para la clasificación y recolección de los residuos ya identificados*
- *Diseño del tratamiento de los residuos.*
- *Elaboración de las hojas de seguridad.*

#### IV.1 VISITAS DE INSPECCIÓN:

Las visitas de inspección tienen una gran importancia y se cumplen varios objetivos dentro de los cuales podemos mencionar:

- a) La identificación de los residuos ya existentes. Inventariando cada uno de los residuos encontrados, ya sea de composición y origen conocida o desconocida.

Identificación de los Residuos de Origen y Composición Desconocida, se lleva a cabo realizándole a cada una de las muestras de cada uno de estos residuos las siguientes pruebas básicas para su identificación:

- Peróxidos
- Halógenos
- pH
- Sulfuros
- Oxidantes
- Cianuros
- Solubilidad
- Compatibilidad

La metodología para el análisis de este tipo de residuos es: Colectar las muestras en frascos muestreadores de 250ml de color ámbar para los cuales se emiten etiquetas por duplicado con el mismo folio, una de ellas para el frasco y otra para el contenedor de origen de la muestra; adicional a esto se lleva una bitácora, en la cual se hace un registro de las características físicas del residuo como olor, color, fases, viscosidad, volumen, descripción del etiquetado (si existe) de cada uno de los residuos muestreados y algunas otras observaciones. Una vez obtenidos los resultados del muestreo, se procede a realizar la prueba de compatibilidad y todos aquellos que fueron de las mismas características fisico-químicas, se transvasan en tambos de acero de 200 L con recubrimiento epoxifenólico, para enviar a confinamiento o incineración, dependiendo de su origen; y aquellos que no sean compatibles se acondicionan de acuerdo a sus características para ser enviados posteriormente a confinamiento o incineración con las empresas autorizadas, ya sea sólo ese lote o con residuos que requieran la misma disposición.

Se inventariaron los siguientes laboratorios:

EDIFICIO NORTE:

LABORATORIO	INVESTIGADOR
121	Federico Jandete
122-201Sur	Dr. Tapia
123	Dra. Elvira Galarraga
124	Dr. Fernández. De Miguel
126	Dr. Romo
222	Dra. Rocío Salceda
223	Dra. López Colomé
224	Dr. Julio Morán
225	Dra. Graciela Meza
226	Dr. Miguel Pérez de la Mora
322	Dr. Dreyfus
323	Dr. Heliodoro Celis
324	Dr. Jaime Mas Oliva
325	Dr. Diego González Halphen

EDIFICIO SUR:

LABORATORIO	INVESTIGADOR
202	Dra. Herminia Pasantes
204	Dr. Alejandro Zentella
205	Dra. Marcia Hiriart
206	Dra. Ana Luisa Anaya
301	Sr. Jorge Sepulveda
303-304	Dr. Adolfo García S.
305	Dra. Chagoya

EDIFICIO ORIENTE:

LABORATORIO	INVESTIGADOR
101	Dr. Edgardo Escamilla
103	Dr. Hansberg
104-105	Dr. Armando Gómez Puyou
106	Dr. Jesús Aguirre
202	Dr. López Casillas
206	Dr. Hernández Cruz
205	Dr. Raúl Aguilar
207	Dr. Simón Brailowsky
301	Dra. Alicia González
302	Dr. Roberto Coria
304	Dr. Ruy Pérez Monfort
305	Dr. Salvador Uribe
306	Dr. Peña

Afortunadamente encontramos que dentro del Instituto de Fisiología no existían residuos de origen y composición desconocida, ya que generalmente se conocía el origen del residuo y estaban etiquetados, señalando a grandes rasgos su contenido.

En la Identificación y clasificación de los Residuos de Origen y Composición Conocida, se realizaron algunas pruebas de identificación para comprobar su composición, y se reviso en la literatura los métodos de tratamiento reportados.

Dentro de los residuos que se identificaron podemos mencionar los siguientes residuos, todos en volúmenes variables, que iban de 300ml a 30L:

NO HALOGENADOS*	HALOGENADOS*
Fenol	Xileno
Tetraóxido de Osmio	Cloroformo
Diaminobencidina	Metanol
Formaldehído, glutaldehído	Metanol-cloroformo
Sulfuro de Amonio	Cloruro de metileno-metanol
Bromuro de Etidio	Fenol-cloroformo-alcohol Isoamílico
Acido acético	Acetona
Metantioi	Tolueno
Cianuro de potasio	Acetato de etilo
Acrilamida	Alcohol etílico
	Eter de petróleo
	Hexano
	Benceno-acetona
	Isopropanol

Nota: Varios residuos se repiten en diversos laboratorios

\* Estos residuos a pesar de tener nombres de productos, no son 100% puros, ya que pueden tener impurezas disueltas o simplemente están en solución acuosa.

b) Las visitas de inspección también nos permite el conocimiento de los horarios de trabajo en los laboratorios: con el fin de saber a que hora es posible encontrar al responsable del laboratorio ó simplemente a un técnico que pueda dar cualquier tipo de información.

#### IV.2 METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS YA IDENTIFICADOS

Esta metodología debe seguir los siguientes puntos:

- Se realizó el levantamiento de un inventario, tanto para los residuos como para los reactivos químicos existentes en cada laboratorio, así como en el

almacén de reactivos del Instituto. Aquí debemos de hacer notar una clara diferencia entre lo que es un residuo y un reactivo químico, ya que <sup>6</sup>*Un residuo químico, es cualquier material generado por los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. Mientras que un Reactivo Químico es aquel que se emplea como materia prima en una reacción química.*

Al realizar las visitas de inspección se observó que todos los reactivos utilizados en los trabajos de investigación del Instituto, están ubicados en los estantes de cada laboratorio, así como en el almacén general y son de fácil acceso para todo el personal.

<sup>8</sup>En cualquier laboratorio el responsable debe realizar un inventario de reactivos químicos por lo menos una vez al año, por las siguientes razones:

1. Algunos productos químicos con un período de vida limitado requieren ser revisados regularmente, para purificarlos o tratarlos y desecharlos
2. Para poder remover excedentes de reactivos químicos peligrosos
3. Para el traslado de reactivos químicos que no van a ser utilizados
4. Para corregir el almacenamiento de productos incompatibles
5. Para confirmar la existencia de los reactivos químicos

Se encontraron una serie de reactivos que se encontraban almacenados de tiempo atrás y que no se usarían más, por lo que se clasificaron como Reactivos Obsoletos para destrucción. Dentro de los que podemos mencionar:

Piridina	Azul de anilina
Ac. Sulfúrico	Solvente azul
Acetato de etilo	Azul de toluidina
Ac. Perclórico	Tiosulfato de sodio
Iso-butil-metil-acetona	Ac. peryódico
Ac. propiónico	Ac. fosfomolibdico
Yoduro de sodio	Borato de sodio
Rojo congo	Carbonato de litio
Verde claro	Metanol absoluto
Ac. Fosfotungsténico	

La lista de estos reactivos fue boletinada a otros laboratorios, que no les afectaba el que no fueran nuevos por el tipo de experimento que llevan acabo o por el uso que le iban a dar; los que nadie quiso o no servían para ningún otro uso, fueron destruidos adecuadamente en el Laboratorio de Optimización, Minimización y Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos de la Facultad de Química.

- <sup>7</sup>La selección del sitio más adecuado para el muestreo, recolección y tratamiento de residuos: de manera de no afectar ninguna actividad del Instituto, así como evitar cualquier posible accidente. Un lugar seguro dentro de los laboratorios para la recolección de los residuos es la campana de extracción, ya que es un lugar donde no se realizan la mayor parte de las actividades, por lo tanto los residuos quedan seguros ahí.
- El diseño de etiquetas adecuadas (VER FIGURA 1): ya que el personal del Instituto acostumbraba a etiquetar sus residuos, sin embargo éstas carecían de información suficiente. El diseño de estas etiquetas es con el fin de llevar un mejor control sobre los residuos.

Contiene los siguientes puntos:

- 1) Nombre del residuo: para poder identificar éste residuo en cualquier momento y por cualquier persona, ya sea del mismo laboratorio o por cualquier persona ajena a éste, de una manera fácil.
- 2) Responsable del Laboratorio: por cualquier duda o aclaración que surja con respecto a la composición del residuo.
- 3) Número del Laboratorio: esto es necesario, ya que dentro de éste Instituto existen 3 edificios: Norte, Sur y Oriente.
- 4) Fecha de Inicio de la Recolección y Fecha de Terminada la Recolección: para saber en que período de tiempo se junto esa cantidad de residuo y ver que tan frecuente debe ser su recolección.
- 5) Código CRETIB: Esté código servirá, como su siglas lo indican, para ver si el residuo posee una o más de estas características: Corrosivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable ó Biológico-Infecioso.

INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR	TIPO DE RESIDUO:
<b>RESIDUO</b>	CORROSIVO ( ) REACTIVO ( ) EXPLOSIVO ( ) TÓXICO ( ) INFLAMABLE ( ) BIOLÓGICO- ( ) INFECCIOSO
RESPONSABLE _____	
LABORATORIO _____	
FECHA DE INICIO DE LA RECOLECCIÓN _____	FECHA DE TÉRMINO DE LA RECOLECCIÓN _____

FIGURA 1. Etiqueta diseñada para el Instituto de Fisiología Celular

- **Contenedores:** Estas etiquetas fueron diseñadas para unos contenedores adquiridos especialmente para los residuos químicos generados dentro de este Instituto, ya que por las diferentes propiedades de cada residuo necesitan un material resistente. Por ejemplo, el almacenar un producto corrosivo en un envase para corrosivos y utilizarlo para un producto neutro, sería un desperdicio y al revés sería un accidente seguro.

Se debe seguir un manejo adecuado de estos contenedores, además estos deben permanecer en todo momento cerrados perfectamente. Realizando en su momento un transporte adecuado, con equipo de protección para el personal que lo transvasa.

#### **IV.3 DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS.**

El mayor problema que se puede ver tanto en el Instituto como en cualquier industria que genera residuos peligrosos, es la falta de control en cuanto a la disposición final para estos residuos, por lo que es necesario estimular y desarrollar mecanismos, para que la gente se esfuerce un poco más y coopere de manera correcta, para que en un futuro estos mecanismos se hagan de manera habitual.

Una vez identificados los residuos de generación frecuente, de origen y composición conocida, se procedió al diseño de los tratamientos más adecuados después de una larga búsqueda bibliográfica. Haciéndolos llegar a cada laboratorio (según correspondieran) por medio de la red de computo del Instituto de Fisiología Celular, aunque la Secretaría Administrativa, también posee un juego completo de estos tratamiento ya impresos.

Dentro de los tratamientos que se diseñaron podemos mencionar:



### IV.3.1 DIAMINO BENCIDINA (DAB)

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### DERRAMES:

Remueva lo más que le sea posible del derrame mediante el uso de absorbentes, después moje la superficie con ácido acético glacial hasta que todas las aminas estén disueltas. Añadir un exceso de una mezcla de igual volumen de una solución de  $\text{KMnO}_4$  0.2 M y de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2M al área del derrame. Dejar la mezcla que repose mínimo 10 horas, después remover con absorbentes y decolorar la superficie con una solución de ácido ascórbico al 5%.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

Las aminas aromáticas pueden ser oxidadas con  $\text{KMNO}_4$  en ácido sulfúrico. Los productos de esta reacción no han sido identificados. Las aminas aromáticas también pueden ser removidas de soluciones mediante el uso del peróxido del extracto de una raíz (horseradish) en presencia de peróxido de hidrógeno. La enzima cataliza la oxidación de la amina aromática hacia un radical. Estos radicales se difunden en solución y se polimerizan. Los polímeros son insolubles y se desprenden de la solución. La solución resultante no es mutagénica, el polímero precipitado es mutagénico, por lo que éste método es recomendado para el tratamiento de soluciones muy diluidas. En todos los casos la destrucción es mayor al 99%. Recientemente, fue demostrado que estos procedimientos se pueden aplicar también a la diamino bencidina.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO EN SOLUCIÓN ACUOSA:

Diluir con agua, si es necesario, por lo que la concentración de DAB no debe exceder de 0.90 mg/ml. Para cada 10 ml de solución añadir 5 ml de  $\text{KMNO}_4$  0.2 M (solución) y 5 ml de solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2M. Permitir reposar la mezcla por 10 horas, después analizar por medio de cromatografía de líquidos y mediante UV para verificar su completa destrucción.

Decolorar la mezcla con la adición de carbón activado o ácido ascórbico, neutralizar y desecharlo al drenaje con abundante agua.

El carbón activado y/o cualquier material absorbente utilizado se empaqueta para su posterior incineración.

II. Segunda alternativa de acuerdo a la práctica en los laboratorios de la Facultad de Química.

#### TRATAMIENTO PARA EL RESIDUO:

Agregar hipoclorito de sodio al 6% y en un exceso del 50%.

Decolorar la mezcla por la adición de carbón activado, neutralizar y desechar al drenaje con abundante agua.

El carbón activado se empaqueta para su posterior incineración.

### IV.3.2 ALDEHIDOS (p-formaldehído, glutaraldehído, formaldehído)

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Guide for Safety in the Chemical Laboratory"<sup>19</sup>.

#### DERRAMES:

Si el derrame es pequeño:

Absorber con toallas de papel. Evaporar en la campana y empaquetar para su posterior incineración.

Si el derrame es grande:

Eliminar todo tipo de fuente de ignición. Evacuar el área. Colocar cuidadosamente el material en envase seco, límpielo y tápelos. Ventilar y lavar el lugar con abundante agua.

Cubrir con bisulfito de sodio ( $\text{NaHSO}_3$ ). Adicionar una pequeña cantidad de agua y mezclar, recoger el material en un contenedor abierto de tamaño adecuado.

Después de una hora desechar al drenaje con un exceso de agua y después lavar el lugar con una solución de jabón.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Evitar la exposición prolongada, evitar la inhalación y contacto, mantener bien cerrado, recolectar en un lugar seco. Mantener alejado de fuentes de ignición.

Para pequeñas cantidades, absorber con vermiculita e incinerarlo en un incinerador adecuado.

Para cantidades mayores a 1 GAL envasar adecuadamente y mandar a incineración.

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

#### **DERRAMES:**

Retirar cualquier fuente de ignición. Usar mascarilla para vapores orgánicos, lentes, bata y guantes. Cubrir el derrame con una mezcla 1:1:1 de carbonato de sodio o carbonato de calcio, arcilla y arena. Recoger en un contenedor y llevar a la campana; agregue la mezcla en agua fría (aproximadamente 10 ml por cada 1 ml de solución del aldehído). Agregar lentamente blanqueador casero (25 ml de blanqueador comercial por cada 1 ml de la solución del aldehído). Dejar reposar a una temperatura ambiente por 20 minutos. Decantar el líquido al drenaje. Deseche el sólido como basura común.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Recolectar en un contenedor etiquetado separado para su reciclaje o su incineración.

#### **Pequeñas cantidades:**

Manejar con guantes, bata, lentes. En la campana, con agitación, lentamente añadir el aldehído (como 10 ml de agua por cada ml de aldehído) en un exceso de blanqueador comercial (25 ml de blanqueador por cada 1 ml de formaldehído). Agitar por 20 minutos, después verter la solución en el drenaje.

### IV.3.3 ACIDO ACÉTICO

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### DERRAME:

Usar ropa de protección (guantes, bata y lentes). Agregar polvo para derrame o carbonato de sodio. Ventilar y lavar el área con agua en abundancia.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

Usar el equipo de protección: bata, lentes, guantes. Evitar su inhalación y el contacto. Mantener el envase bien cerrado. Mantener alejado de fuentes de ignición. Se requiere de mascarilla para vapores orgánicos cuando su concentración excede al TLV.

Agregar agua, ajustar el pH y verter al drenaje con precaución.

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

#### DERRAME:

Utilizar guantes de neopreno, bata de laboratorio y lentes. Cubrir el derrame con una mezcla 1:1:1 de carbonato de sodio o carbonato de calcio, arcilla y arena. Recoger en una cubeta y llevar a la campana con precaución añadir la mezcla ácida en una cubeta de agua fría. Cuando la reacción cese, neutralizar con más carbonato de sodio si es necesario. Cuando los sólidos se han asentado, decantar el líquido en el drenaje con un volumen de agua 50 veces mayor al del líquido. Desechar el residuo sólido a la basura. Lavar el suelo con abundante agua y jabón. Ventilar el lugar del derrame para evaporar el líquido remanente y dispersar los vapores.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

Recolectar en un contenedor bien etiquetado y resistente a materiales corrosivos.

Pequeñas cantidades:

Manejar con guantes de neopreno, bata y lentes. Trabajar en la campana. Añadir lentamente a un gran volumen de agua fría en una cubeta de plástico. Neutralizar con una solución de hidróxido de sodio al 5% o de carbonato de sodio y desechar al drenaje con abundante agua.

#### IV.3.4 OXIDO DE CROMO (Cr O<sub>3</sub>)

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

**DERRAMES:**

Use mascarilla para vapores orgánicos y ropa protectora completa. Con una pala limpia, coloque cuidadosamente el material en envase limpio y seco, y tápelo; retire del área. Lave el área de derrame con abundante agua.

**TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Abstenga el contacto con ropa y otros materiales combustibles. Evite su inhalación. Guarde en envase herméticamente cerrado. Use ventilación adecuada durante su uso.

Agregar bisulfito de sodio. Si hay presencia de Cromo (VI) la solución pasará de amarilla-café a verde intenso del Cromo (III). La adición de bisulfito de sodio se continua hasta que no burbujee la solución.

El pH se fija entre 5-6. Se agrega cal para precipitar el Cromo (III) como hidróxido, el precipitado es de color verde. Se filtra el precipitado y la solución debe ser incolora; si es café repetir el procedimiento desde el principio, pero acidificando primero.

Si la solución es de color verde, agregar más cal para precipitar el Cromo (III). Se filtra el precipitado. Se neutraliza la solución y se desecha por el drenaje, el precipitado es colectado para su posterior confinamiento.

II. Segunda opción de acuerdo a: "Estudios de los residuos del cromo generados en química orgánica experimental: alternativas de reuso"<sup>20</sup>.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

Calentar el residuo (el cual debe estar en medio ácido) hasta 80°C. Agregar poco a poco y con agitación constante una solución de sacarosa de aproximadamente 10% de concentración.

El punto final de la reacción se conoce al efectuar la prueba colorida de la difenilcarbazida (DFC), se pone una gota del residuo en un vidrio de reloj, se deja caer una gota del reactivo DFC, la aparición de una coloración rosa intenso indica la presencia de cromo (VI) en los residuos, es muy importante hacer notar que el medio en que se efectúa el tratamiento y la prueba colorida debe ser un medio ácido.

La ausencia del desarrollo de algún color durante la prueba con DFC indica que no se tiene Cr (VI) en los residuos, una vez llegado a este punto, se recomienda neutralizar el residuo empleando para ello alguna base como lejía de sosa o carbonato de sodio en solución concentrada; una vez neutro, se procede a evaporar el agua del residuo con la finalidad de obtener sales de cromo (III) potencialmente útiles en el curtido de pieles, este tratamiento se recomienda si el residuo esta acidulado con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

En caso de no saber con que ha sido acidulado el residuo, se recomienda seguir el mismo tratamiento, pero en lugar de cristalizar sales de cromo, se puede precipitar el cromo (III) como hidróxido empleando lejía de sosa y cal.

### IV.3.5 SOLUCIÓN RESIDUAL DE ACRILAMIDA

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### DERRAMES:

Use mascarilla para vapores orgánicos y ropa de protección completa. Retire fuentes de ignición; no llamaradas, ni flamas en el área. Con una pala limpia, coloque cuidadosamente el material en envase seco.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Mantenga el envase bien cerrado. Almacene por separado alejado de materiales flamables y combustibles. Aisle de materiales incompatibles. Guarde el producto lejos de la luz. **ESTE MATERIAL ES HIGROSCÓPICO.**

Evitar el calor, choque de luz solar, luz ultravioleta, sequedad, humedad.

Disponer para su incineración con la empresa autorizada por la UNAM

### **IV.3.6 FENOL**

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### **DERRAMES:**

Evacuar el área. Usar mascarilla para vapores, bata, guantes y lentes. Cubrir con cal o sosa, coleccionar para su disposición. Ventilar y lavar el área con abundante agua.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Evitar la inhalación y contacto. Evitar la exposición prolongada, mantener bien cerrado el contenedor. Almacenar en un lugar fresco.

Disolver en un solvente flamable e incinerar.

Para soluciones muy diluidas, agregar NaOH para formar el fenóxido y desecharlo, ya que es biodegradable (bactericida).

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

#### **DERRAMES:**

Utilizar mascarilla para vapores orgánicos, goggles, bata y guantes de nitrilo. Eliminar toda fuente de ignición. Barrer sobre papel. Seguir el procedimiento del tratamiento de residuos.

El lugar del derrame debe ser lavado con abundante agua y jabón o detergente.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Almacenar el residuo por separado en un contenedor correctamente etiquetado para su disposición o incineración.

#### **Pequeñas cantidades:**

Manejar con guantes, bata, lentes. Trabajar en la campana. Para una solución de aproximadamente 4.7g (0.05 mol) de fenol en 75 ml de agua en un matraz aforado equipado con agitador, gotero y termómetro. Disolver sulfato ferroso pentahidratado (2.35g, 0.0085 mol) en la mezcla y el pH se ajusta a 5-6 con ácido sulfúrico diluido. Se añade peróxido de hidrógeno al 30% (41 ml, 0.04 mol) con agitación durante 1 hr. (Precaución: el orden de adición de los reactivos es importante. Si el peróxido de hidrógeno y el sulfato ferroso son premezclados, puede ocurrir una reacción violenta). Esta reacción desprende calor, por lo que la temperatura debe ser controlada entre 50-60°C mediante la adición del peróxido de hidrógeno con baño de hielo. La agitación debe ser continua por 2 horas; la solución se debe dejar reposar toda la noche y después desechar al drenaje.

### **IV.3.7 ÁCIDO TRIFLUOROACÉTICO**

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### **DERRAMES:**

Eliminar toda fuente de ignición. Cubrir el lugar con exceso de bicarbonato de sodio y vermiculita. Mezclar en un contenedor con agua, cuando la reacción está completa, vaciar al drenaje con un exceso de agua. Lavar el lugar con una solución jabonosa.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Poner en un exceso de bicarbonato de sodio. Mezclar en un contenedor de 55 Galones con agua. Después de 24 horas desecharlo por el drenaje lentamente con un exceso de agua.



II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

**DERRAMES:**

Utilizar guantes de nitrilo, bata, goggles, careta, y si es necesaria mascarilla para vapores orgánicos. Cubrir el derrame con una mezcla 1:1:1 de cal o carbonato de calcio, arcilla y arena. Cuando el ácido trifluoroacético (anhidro) ha sido absorbido, recoger la mezcla en un contenedor etiquetado adecuadamente para su reciclaje o disposición a incineración.

**TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Colocar en un contenedor etiquetado por separado para su reciclaje o disposición a incineración.

### **IV.3.8 HEXANO**

I. Primera alternativa de tratamiento obtenida en la práctica dentro de los laboratorios de la Facultad de Química.

**TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Debe ser reciclado previa purificación por destilación. Enviando la colas de destilación a una destrucción por incineración a la empresa autorizada por la UNAM. Si no es costeable su purificación enviar a incineración.

Etiquetar como **DISOLVENTES NO CLORADOS**. Seguir las recomendaciones de seguridad descritas en la hoja de seguridad anexa.

Debe envasarse en un tambo metálico de 200 L con recubrimiento epoxifenólico para resistir disolventes orgánicos. Debe almacenarse siguiendo las recomendaciones de la hoja de seguridad anexa.

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

**DERRAMES:**

Alejar toda posible fuente de ignición. Evacuar el área. Usar mascarilla para vapores orgánicos, guantes de nitrilo, bata. Cubrir el derrame con una

mezcla 1:1:1 de carbonato de sodio, arcilla y arena. Cuando todo el líquido ha sido absorbido, recoger en una cubeta y colocarla en la campana. Si las condiciones del lugar lo permite, dejar en la campana por varios días hasta que todo el hexano se haya evaporado. Desechar el sólido como basura normal, de otra manera empacar y etiquetar el sólido para su disposición.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Destilar para su reuso o almacenar y etiquetar para su incineración.

#### **Pequeñas cantidades:**

Si las regulaciones locales lo permiten, colocar en un evaporador en la campana y dejar que se evapore. Asegúrese de que no haya flamas o cualquier otra fuente de ignición presente. de otra manera, empacar y etiquetar para su posterior incineración.

### **IV.3.9 MERCAPTANO (MetantioI)**

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Prudent Practices For Disposal Of Chemicals From Laboratories"<sup>13</sup>.

#### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

A) Verter 2.5 L de blanqueador comercial (que contiene 5.25% de hipoclorito de sodio) en un matraz de 5L, añadir 0.5 mol de mercaptano líquido por goteo a la solución de hipoclorito que se está agitando, que inicialmente estaba a temperatura ambiente. La oxidación comúnmente empieza pronto, acompañada de un incremento de temperatura y la disolución del mercaptano.

Si no hay reacción espontánea después de que el 10% del mercaptano se ha añadido, detener la adición y calentar la mezcla a 50°C. Solo añadir más mercaptano después de que este más clara que la reacción de cuando empezó. La temperatura se mantiene a 45-50°C; utilizar un baño de hielo si es necesario. La adición completa se lleva 1 hora, agitar la mezcla por 2 horas, la mezcla debe ser clara, después desecharla al drenaje con abundante agua.

B) Una alternativa del hipoclorito de sodio es el hipoclorito de calcio. Para 0.5 mol de mercaptano, 210gr. de hipoclorito de calcio, se agita en 1 L de H<sub>2</sub>O a temperatura ambiente en un matraz de 5L y se disolverá más pronto. El mercaptano es añadido como en el procedimiento anterior.

### IV.3.10 TETRAÓXIDO DE OSMIO

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

200 gr. de gránulos absorbentes (como paja) absorbe 100ml de aceite de maíz. Usar ésta mezcla para neutralizar un derrame de 50ml de 2% de tetraóxido de osmio. Pruebe si la reacción está completa, entonces remover gránulos. La mezcla de aceite de maíz y los gránulos absorbentes pueden ser guardados en una bolsa de plástico de cierre hermético por lo menos un mes sin pérdida del efecto. Los laboratorios donde el OsO<sub>4</sub> es usado con rutina, deben de tener por lo menos una bolsa a la mano.

Con un vidrio bañado con aceite de maíz o un pedazo de papel filtro remojado con ese aceite puesto sobre la solución, indicará que el OsO<sub>4</sub> está presente, si presenta ennegrecimiento.

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

#### DERRAMES:

Es muy importante utilizar careta y lentes, laboratorio y guantes de nitrilo. Seguir el procedimiento para la disposición de residuos.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

Recolectar en un contenedor etiquetado por separado para su reciclaje o su disposición.

El tetraóxido de osmio puede ser reducido a dióxido mediante la reacción con una olefina para formar el éster correspondiente y después burbujear sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) a la solución. El precipitado negro de dióxido de osmio es removido con la filtración. Acondicionar el  $OsO_2$  para su confinamiento.

#### **IV.3.11 BROMURO DE ETIDIO**

I. Primera alternativa de tratamiento de acuerdo: "Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory", George Lunn<sup>12</sup>.

##### **TRATAMIENTO DEL RESIDUO:**

Usar batas, lentes y mascarilla para vapores orgánicos, evitando la inhalación y el contacto. Evitar la exposición prolongada. Recolectar en un lugar seco, mantener alejado de sustancias incompatibles.

El bromuro de etidio en agua con una solución buffer puede ser degradado por la reacción con nitrito de sodio y ácido hipofosforoso en solución acuosa. La eficiencia de destrucción es mayor al 99.87% y los resultados de la reacción no son mutagénicos. Una modificación de éste método puede ser usado para degradar bromuro de etidio disuelto en alcoholes.

El bromuro de etidio puede ser removido de una solución por absorción con una resina Amberlita XAD-16. Esta remoción es mayor al 99.95% en la mayoría de los casos. El "algodón azul" ha sido encontrado también para remover bromuro de etidio de soluciones, pero es mucho más caro y menos eficiente que la resina, por lo que no es recomendada.

La oxidación del  $KMnO_4$  y del hipoclorito de sodio y la reducción de la aleación Al-Ni produce reacciones mutagénicas. El  $KMnO_4$  en ácido clorhídrico ha sido reportado para dar una destrucción completa y produciendo reacciones no mutagénicas, pero se ha encontrado que éste procedimiento ha presentado mezclas mutagénicas en ocasiones.

La destrucción de bromuro de etidio en una solución acuosa o de alcohol isoamílico con ozono ha sido descrita recientemente. La eficiencia de esta

destrucción fue mayor al 99.95% y las mezclas finales de la reacción fueron no mutagénicas. El ozono es un agente fuertemente oxidante y es incompatible con algunos compuestos orgánicos.

II. Segunda alternativa de tratamiento de acuerdo a: "Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide", Margaret-Ann Armour<sup>14</sup>.

#### TRATAMIENTO DEL RESIDUO:

El bromuro de etidio es usado normalmente en soluciones acuosas muy diluidas y bajo estas condiciones puede ser convertido en un producto fisiológicamente inactivo (2-carboxibenzofenona), con la adición de blanqueador comercial. Manejar con guantes, bata y lentes. Trabajar en la campana. Para una solución de 34mg. de bromuro de etidio en 100ml de agua, se añade 300ml del blanqueador comercial y la mezcla se agita a una temperatura ambiente por 2 horas. La solución es vertida al drenaje con agua. Una forma de comprobar su destrucción puede ser por medio de la fluorescencia o por cromatografía y silica gel.

Mientras que a los residuos cuyo tratamiento no fue posible llevar a cabo por su alto costo o por su proceso tan complejo, o simplemente porque el costo de la purificación no lo justificaba, se les diseñó un proceso de acondicionamiento y/o de estabilización. Es decir, se les dispuso para su posterior incineración o confinamiento, según fuera necesario.

Dentro del Instituto, por ejemplo, el Bromuro de Etidio se genera en grandes cantidades, ya sea en solución, geles, papel y guantes contaminados de éste, por lo que es necesaria su confinación, para lo cual se dispone de tambos de 200 L de dos bocas con recubrimiento epoxifenólico para el líquido y de boca ancha para sólidos. Estos sólidos van empacados en paquetes no mayores de 2 Kg. como lo exige CIBA, que es la empresa encargada de la Incineración de ciertos residuos. Así como RIMSA, que es la empresa autorizada para el confinamiento de éste tipo de residuos.

Estos residuos en primera instancia, fueron trasladados a la Facultad de Química, con el apoyo de los estudiantes de la Facultad de Química que realizan su servicio social dentro del LOMYMARP, donde se transvasaron, según correspondiera, en tambos de 200L de recubrimiento epoxifenólico para poderlos mandar a la empresa autorizada. Por éste motivo se realizó un calendario para llevar a cabo una recolecta periódicamente, quedando de la siguiente manera:

INSTITUTO DE FISIOLÓGIA CELULAR  
UNAM  
SECRETARÍA ADMINISTRATIVA  
CALENDARIO DE COLECTA DE RESIDUOS QUÍMICOS  
EDIFICIO: \_\_\_\_\_

LAB.	INVESTIGADOR	NOMBRE DEL RESIDUO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8
				Lunes 24		Lunes 28		Lunes 30		Lunes 25		Lunes 27		Lunes 8

El procedimiento interno seguido en cada recolección de los residuos químicos es:

- ⇒ El personal del laboratorio se encarga de depositar el residuo químico en el contenedor asignado, con su etiqueta correspondiente, ya que cada uno que trabaja en el laboratorio tiene la obligación de preocuparse por los residuos que genere. La primera etiqueta fue colocada por mí para mostrarles la manera correcta de llenar la etiqueta, y se les dejaron etiquetas en blanco, por si más adelante necesitaran un frasco para un nuevo residuo, la colocaran e identificaran dicho residuo.
  
- ⇒ Si por cualquier motivo el contenedor fuese llenado antes del tiempo programado, ellos podrían llamar a la oficina de mantenimiento del Instituto para pedir el retiro de ese contenedor.
  
- ⇒ Una vez recogidos los residuos químicos de todos los laboratorios, se transporta a la caseta de residuos construida para este propósito, cuando se implementó el procedimiento para el manejo de Residuos Peligrosos desarrollado en la Facultad de Química para su posterior transvase. Al llevar acabo este transvase es necesario conocer y utilizar el equipo de protección adecuado como: bata, goggles, mascarilla para respirar, guantes, así como seguir las características necesarias de seguridad para el correcto de almacenaje de los residuos.
  
- ⇒ Se recupera el contenedor vacío y se devuelve al laboratorio correspondiente, sin ser lavado, porque como ya viene etiquetado volverá a usarse con el mismo residuo, y es fácil de identificar por la etiqueta que cada frasco contiene.

La caseta (VER FIG. 2) donde se almacenan los residuos del Instituto de Fisiología Celular fue diseñada de acuerdo al Artículo 15 y 16 del Capítulo III "Del manejo de residuos peligrosos" de la Ley General de Equilibrio Ecológico. Por lo cual la caseta esta situada lejos de los laboratorios y de cualquier lugar

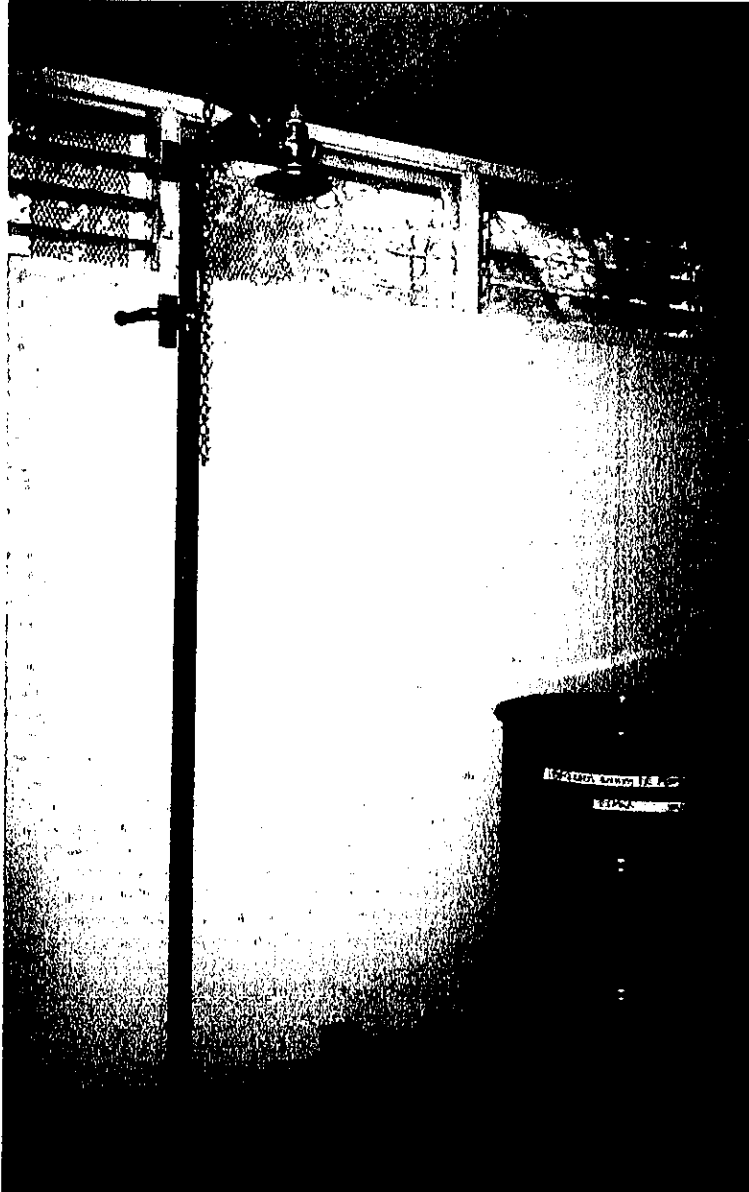


FIGURA 2. Caseta de almacenaje del Instituto de Fisiología Celular.



habitado, dispone de una regadera, ventilación suficiente, extinguidor y un bote de arena cercano al lugar por cualquier emergencia. Esta caseta cuenta también con los letreros o avisos necesarios para que la gente que se acerque al área este informada. (Ver apéndice)

#### **IV.4 ELABORACIÓN DE LAS HOJAS DE SEGURIDAD**

La elaboración de éstas Hojas de Seguridad de los Reactivos Químicos del laboratorio se comenzó paralelamente con éste trabajo con la ayuda de los alumnos de servicio social del Laboratorio de Minimización, Optimización, Manejo y Tratamiento de Residuos Peligrosos de la Facultad de Química.

Se elaboraron las hojas de seguridad para más de 100 compuestos.

<sup>10</sup>Las Hojas de Seguridad (MSDS) es el documento que reúne en forma ordenada y resumida, la información básica de las características físico-químicas de seguridad de toxicología y de acciones de emergencia de los materiales considerados riesgosos.

Estas hojas son una herramienta básica para prevenir accidentes e incidentes, tanto adentro como fuera del lugar de trabajo. Es un excelente recurso del personal que en primera instancia responde a las emergencias con materiales riesgosos.

Los principales puntos a considerar en estas Hojas de Seguridad son:

- Identificación del material (nombre y proveedor)
- Composición e información de los componentes
- Identificación de su peligrosidad
- Medidas de primeros auxilios
- Medición para prevención de fuegos
- Medidas para prevención de accidentes
- Manejo y almacenamiento
- Equipo de protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad

Información toxicológica  
Información Ecológica  
Información para el transporte  
Regulaciones  
Información adicional

No se sabe con certeza si satisfacen por completo al personal, porque se han ido entregando poco a poco, pero tienen conocimiento de ellas y saben que cualquier duda la pueden hacer llegar a la Secretaría Administrativa, la cual las canaliza a la Facultad de Química.

Las hojas de seguridad fueron elaboradas de acuerdo a la siguiente lista general de sustancias químicas, que son las que existen dentro del Instituto de Fisiología Celular:

CLASIFICACION DE LAS SUSTANCIAS DE ACUERDO A SU RIESGO

	NOMBRE QUIMICO			SALUD	INCENDIO	REACTIVIDAD	PROTECCION
1	ACETALDEHIDO					2	D
2	ACETAMIDA						B
3	ACETANILIDA					0	B
4	ACETATO DE AMILO					0	B
5	ACETATO DE AMONIO						B
6	ACETATO DE BUTILO					0	B
7	ACETATO DE 2-BUTOXIETILO						B
8	ACETATO DE CADMIO						D
9	ACETATO DE CALCIO						B
10	ACETATO DE COBRE II						B
11	ACETATO DE ETILO					0	B
12	ACETATO DE MAGNESIO						B
13	ACETATO DE MERCURIO						D
14	ACETATO DE NIQUEL						D
15	ACETATO DE PLOMO					0	D
16	ACETATO DE POTASIO					0	B
17	ACETATO DE SODIO					0	B
18	ACETILENO					3	D
19	ACETOACETATO DE ETILO					0	B
20	ACETOFENONA					1	B
21	ACETONA					2	B
22	ACETONITRILO					0	D
23	ACIDO ACETICO GLACIAL					1	D
24	ACIDO ASCORBICO						B
25	ACIDO BARBITURICO						B
26	ACIDO BENCILICO						B
27	ACIDO BENZOICO					1	B
28	ACIDO BORICO					0	B
29	ACIDO BROMHIDRICO					2	B
30	ACIDO BUTIRICO					0	D
31	ACIDO CINAMICO					0	B
32	ACIDO CITRICO					0	A
33	ACIDO CLORHIDRICO					2	D
34	ACIDO CLOROSULFONICO					4	D
35	ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO					0	B
36	ACIDO FENOXIACETICO					0	B
37	ACIDO FLUORHIDRICO					2	B
38	ACIDO FORMICO					0	D
39	ACIDO FOSFOMOLIBDICO						B
40	ACIDO FOSFORICO					0	B
41	ACIDO FTALICO					1	B
42	ACIDO GLUTAMICO						B
43	ACIDO HIDROXIACETICO					1	B
44	ACIDO LACTICO					1	B

	NOMBRE QUIMICO			SALUD	INCENDIO	REACTIVIDAD	PROTECCION
45	ACIDO MALEICO					1	B
46	ACIDO MALONICO					1	B
47	ACIDO MERCAPTOACETICO						C
48	ACIDO MONOCLOROACETICO					2	D
49	ACIDO NITRICO					3	D
50	ACIDO OLEICO					0	A
51	ACIDO OXALICO					1	B
52	ACIDO PERCLORICO					4	D
53	ACIDO PICRICO					4	D
54	ACIDO SALICILICO					1	B
55	ACIDO SILICICO					0	B
56	ACIDO SUCCINICO						B
57	ACIDO SULFAMICO					3	D
58	ACIDO METASULFANILICO					1	B
59	ACIDO SULFURICO					3	D
60	ACIDO SULFUROSO					2	B
61	ACIDO TARTARICO					0	A
62	ACIDO TRICLOROACETICO					1	B
63	ACIDO TRIFLUORACETICO						D
64	ACIDO URICO						B
65	ACIDO YODICO					1	B
66	ACRILAMIDA					2	C
67	ACRILONITRILLO					2	D
68	AGAR-AGAR						B
69	AGAROSA STANDARD						B
70	AGUA						
71	ALCOHOL AMILICO					2	B
72	ALCOHOL BENCILICO					0	D
73	ALCOHOL ISOAMILICO					1	D
74	ALCOHOL ISOBUTILICO					0	B
75	ALCOHOL ISOPENTILICO					0	B
77	ALCOHOL N-PROPILICO					0	B
78	ALCOHOL SECIBUTILICO					0	B
79	ALCOHOL TERBUTILICO					1	B
80	ALMIDON					0	B
81	ALUMINIO					1	A
82	4-AMINOANTIPIRINA						B
83	2-AMINO,2-METIL,1-PROPANOL						B
84	ANARANJADO DE METILO					0	B
85	ANHIDRIDO ACETICO					2	B
86	ANHIDRIDO BORICO					1	B
87	ANHIDRIDO FTALICO					0	B
88	ANHIDRIDO MALEICO					1	B
89	ANHIDRIDO SUCCINICO						B
90	ANILINA					0	D
91	ARSENATO DE SODIO						C

	NOMBRE QUIMICO			SALUD	INCENDIO	REACTIVIDAD	PROTECCION
92	AZUFRE					0	D
93	AZUL DE BROMOFENOL						B
94	AZUL DE METILENO						B
95	BENCENO					0	D
96	BENCILO						B
97	BENCIMIDAZOL						B
98	BENZALDEHIDO					1	D
99	BENZAMIDA					0	D
100	BENZOATO DE FENILO					0	D
101	BENZOFENONA					0	D
102	BENZOINA					0	B
103	BENZONITRILO					0	D
104	BENZOTRIASOL						B
105	BICARBONATO DE POTASIO					1	A
106	BICARBONATO DE SODIO					0	B
107	BICLORURO DE MERCURIO					0	B
108	BIFLUORURO DE AMONIO					2	B
109	BIFTALATO DE POTASIO					1	A
110	BISULFATO DE POTASIO					0	A
111	BISULFITO DE SODIO					1	B
112	BORATO DE SODIO						B
113	BORHIDRURO DE SODIO					2	B
114	BROMATO DE POTASIO					3	A
115	BROMO					3	D
116	BROMOBENCENO					1	D
117	BROMURO DE AMONIO					0	A
118	BROMURO DE CIANOGENO					1	D
119	BROMURO DE COBRE II						B
120	BROMURO DE POTASIO					0	A
121	BROMURO DE SODIO					0	B
122	BROMURO DE ZINC					0	B
123	CALCIO					2	A
124	CARBON ACTIVADO					0	B
125	CARBONATO DE AMONIO						B
126	CARBONATO DE BARIO					0	B
127	CARBONATO DE CALCIO					0	A
128	CARBONATO DE COBRE					0	B
129	CARBONATO DE LITIO					0	A
130	CARBONATO DE MAGNESIO						B
131	CARBONATO DE MANGANESO					1	A
132	CARBONATO DE NIQUEL						B
133	CARBONATO DE POTASIO					1	B
134	CARBONATO DE SODIO					1	B
135	CARBURO DE CALCIO					2	B
136	CIANATO DE POTASIO					0	A
137	CIANURO DE COBRE I					1	B

	NOMBRE QUIMICO			SALUD	INCENDIO	REACTIVIDAD	PROTECCION
138	CIANURO DE PLATA					2	B
139	CIANURO DE POTASIO					2	B
140	CIANURO DE SODIO					2	D
141	CICLOHEXANO					0	B
142	CICLOHEXANOL					1	B
143	CICLOHEXANONA					1	D
144	CICLOHEXENO					0	D
145	CITRATO DE AMONIO					0	A
146	CITRATO FERRICO AMONIACAL						B
147	CITRATO DE SODIO					0	A
148	CLORHIDRATO DE FENILHIDRAZINA						B
149	CLORHIDRATO DE HIDROXILAMINA					2	D
150	CLORHIDRATO HISTOLOGICO					2	B
151	CLOROACETATO DE ETILO					0	B
152	CLOROBENCENO					0	D
153	CLOROFORMO					1	D
154	CLORURO DE ALUMINIO ANHIDRO					2	B
155	CLORURO DE AMONIO					0	B
156	CLORURO DE BARIO					0	B
157	CLORURO DE BENCENSULFONILO					0	D
158	CLORURO DE BENZOILO					2	D
159	CLORURO DE CADMIO					0	B
160	CLORURO DE CALCIO					0	A
161	CLORURO DE CALCIO ANHIDRO					0	B
162	CLORURO DE COBALTO						B
163	CLORURO DE COBRE I					0	D
164	CLORURO DE CROMO					1	D
165	CLORURO DE ESTRONCIO						B
166	CLORURO DE FIERRO III					1	B
167	CLORURO DE LITIO					0	B
168	CLORURO DE MAGNESIO						B
169	CLORURO DE MANGANESO						B
170	CLORURO DE MERCURIO I					0	B
171	CLORURO DE MERCURIO II					1	B
172	CLORURO DE METILENO					0	B
173	CLORURO DE N-ACETILSULFANILICO						B
174	CLORURO DE NIQUEL						B
175	CLORURO DE PLOMO					0	B
176	CLORURO DE POTASIO					0	B
177	CLORURO DE SODIO					0	B
178	CLORURO DE TERBUTILO					0	B
179	CLORURO DE TETRAMETILAMONIO						B
180	CLORURO DE P-TOLUENSULFONILO					0	D
181	CLORURO DE ZINC					2	B
182	COBALNITRITO DE SODIO					0	A
183	COLODION					1	C

	NOMBRE QUIMICO			SALUD	INCENDIO	REACTIVIDAD	PROTECCION
184	CRESOL					0	B
185	CROMATO DE PLOMO					1	B
186	CROMATO DE POTASIO						D
187	CROMATO DE SODIO						D
188	DEXTROSA ANHIDRA					1	A
189	1,2-DIBROMOETANO						B
190	DICICLOPENTADIENO					0	D
191	DICLOROETANO					2	D
192	DICLOROMETANO					1	D
193	DICROMATO DE AMONIO					3	B
194	DICROMATO DE POTASIO					3	D
195	DIETANOLAMINA					2	B
196	DIETILAMINA					2	D
197	DIFENILAMINA					0	C
198	DIFENILCARBINOL					0	B
199	DIMETILAMINA					0	D
200	DIMETILAMINOBENZALDEHIDO						B
201	DIMETILFORMAMIDA					1	D
202	DIMETILGLIOXIMATO					0	A
203	2,6-DIMETIL,4-HEPTANONA					0	B
204	2,4-DINITROCLOROBENCENO					3	D
205	2,4-DINITROFENILHIDRAZINA					2	B
206	2,4-DINITROFENOL					3	B
207	DIOXANO					1	D
208	DIOXIDO DE BARIO					3	B
209	DIOXIDO DE MANGANESO					1	A
210	DIOXIDO DE PLOMO					3	B
211	DIOXIDO DE SELENIO						D
212	DIOXIDO DE TITANIO					0	A
213	DISULFURO DE CARBONO					0	D
214	DODECILBENCENO					0	B
215	DODECILBENCENSULFONATO SODIO					0	B
216	EOSINA						B
217	ETANOL					1	B
218	ETER DE PETROLEO					0	B
219	ETER ETILICO					1	B
220	ETER ISOPROPILICO					1	B
221	ETILAMINA					0	D
222	ETILENDIAMINA					0	D
223	ETILENGLICOL					0	B
224	ETILENGLICOL MONOMETIL ETER					0	B
225	ETILMETILCETONA					2	B
226	FENANTIAZINA						B
227	FENILHIDRAZINA					1	D
228	FENOL					1	D
229	FENOLFTALEINA					1	B

	NOMBRE QUÍMICO				REACTIVIDAD	PROTECCION	
230	FERROCIANURO DE POTASIO			1	0	0	B
231	FLUORESCENA			0	1	1	B
232	FLUORURO DE AMONIO			3	0	1	B
233	FLUORURO DE CALCIO			1	0	0	A
234	FLUORURO DE POTASIO			3	0	1	B
235	FLUORURO DE SODIO			3			D
236	FORMALDEHIDO			2	1	0	B
237	FORMAMIDA			2	2		B
238	FOSFATO DE AMONIO						B
239	FOSFATO DE CALCIO						B
240	FOSFATO DE POTASIO						B
241	FOSFATO DE SODIO						B
242	FURFURAL			3	2	0	D
243	GELATINA						A
244	GLICERINA			1	0	0	A
245	GLICEROL						A
246	GLUCOSA						A
247	GLUTARALDEHIDO						B
248	HEPTANO			1	3	0	B
249	HEXADECANO						B
250	HEXAMETAFOSFATO DE SODIO						B
251	HEXANO			4	3	0	D
252	HIDRAZINA ANHIDRA			3	3	3	D
253	HIDRAZINA MONOHIDRATADA			3	3	3	D
254	HIDROQUINONA			2	1	1	B
255	HIDROXIDO DE ALUMINIO			1	0	0	B
256	HIDROXIDO DE AMONIO			3	1	2	D
257	HIDROXIDO DE BARIO			3	0	1	D
258	HIDROXIDO DE CALCIO			2			B
259	HIDROXIDO DE CROMO			3	0	0	D
260	HIDROXIDO DE LITIO						D
261	HIDROXIDO DE POTASIO			3	0	4	B
262	HIDROXIDO DE SODIO			3	0	2	B
263	HIDROXIDO DE TETRABUTILAMONIO						B
264	HIPOCLORITO DE CALCIO			2	1	2	B
265	HIPOCLORITO DE SODIO			2	1	2	B
266	ISOPROPANOL			1	3	0	B
267	LACTATO DE SODIO						B
268	MAGNESIO (VIRUTA)			0	2	2	B
269	MALONATO DE DIETILO			0	1	0	A
270	METABISULFITO DE POTASIO						B
271	METABORATO DE LITIO						D
272	METACRILATO DE METILO			3	3	2	B
273	METADINITROBENCENO			4		4	D
274	METANITROANILINA			3	1	1	D
275	METANITROFENOL			2	1	1	B



	NOMBRE QUIMICO				REACTIVIDAD	PROTECCION
276	METANOL			3	3	1 B
277	METAPERIODATO DE POTASIO					
278	METAPERIODATO DE SODIO					
279	METILISOBUTILCETONA			2	3	0 B
280	MOLIBDATO DE AMONIO			1		B
281	MOLIBDATO DE SODIO			1		B
282	N-BUTIRALDEHIDO			2	3	A C
283	N-METILAMINA			3	4	2 D
284	N-METILANILINA			3	2	0 D
285	N-OCTANO			1	3	0 B
286	NAFTALENO			2	2	0 B
287	ALFA-NAFTOL			3	1	0 B
288	BETA-NAFTOL			3	1	0 B
289	NARANJA DE ACRIDINA					B
290	NARANJA II			2	0	0 B
291	NITRATO DE AMONIO			2	0	3 B
292	NITRATO DE CALCIO			2		B
293	NITRATO DE COBRE II			1	0	1 B
294	NITRATO DE MANGANESO					B
295	NITRATO DE PLATA			2	0	0 B
296	NITRATO DE POTASIO			1	0	1 B
297	NITRATO DE SODIO			2	0	3 D
298	NITRITO DE SODIO			2	0	3 D
299	NITROBENCENO			3	2	1 D
300	NITROMETANO			1	3	4 B
301	N,N,-DIMETILANILINA			3	2	0 D
302	OLEUM			3	0	2 D
303	ORTOFENILENDIAMINA			2		B
304	ORTONITROFENOL			2	1	1 B
305	ORTONITROTOLUENO			3	1	1 D
306	ORTOTOLUIDINA			3	2	0 D
307	OXALATO DE AMONIO					B
308	OXALATO DE SODIO					B
309	OXIDO DE CALCIO			1	0	1 A
310	OXIDO DE COBRE I			1	0	0 B
311	OXIDO DE COBRE II			1	0	0 B
312	OXIDO DE MANGANESO					B
313	OXIDO DE PROPILENO			3	4	2 D
314	PARADICLOROBENCENO			2	2	0 B
315	PARADIMETILAMINOBENZALDEHIDO					B
316	PARAFORMALDEHIDO			2	2	2 B
317	PARANITROFENOL			2	1	1 B
318	PENTANO			1	4	0 B
319	PERMANGANATO DE POTASIO			2	0	3 D
320	PEROXIDO DE ARSENICO			3		D
321	PEROXIDO DE BENZOILO			2	4	3 D

	NOMBRE QUIMICO				REACTIVIDAD	PROTECCION	
322	PEROXIDO DE HIDROGENO			2	0	3	B
323	PERSULFATO DE AMONIO			1	2		B
324	PERSULFATO DE POTASIO			1	0	1	B
325	PERSULFATO DE SODIO			1	0	1	B
326	PIPERIDINA			3	3	1	D
327	PIRIDINA			2	3	3	D
328	PROPILENGLICOL			0	1	1	B
329	PROPIONALDEHIDO			2	2	0	B
330	RESORCINOL			2	2	1	B
331	ROJO CONGO						B
332	ROJO DE FENOL						B
333	SACAROSA			0	1	1	B
334	SILICA GEL			1	0	0	A
335	SORBITOL						B
336	SUBACETATO DE PLOMO			3			D
337	SULFANILAMIDA			1	1		B
338	SULFATO DE ALUMINIO			3			D
339	SULFATO DE AMONIO			3	0	0	B
340	SULFATO DE CALCIO						B
341	SULFATO DE COBRE II			2			B
342	SULFATO DE FIERRO II			1	0	0	B
343	SULFATO FERROSO AMONIACAL						B
344	SULFATO DE FIERRO III			1	0	0	B
345	SULFATO DE HIDROXILAMINA						B
346	SULFATO DE LITIO						D
347	SULFATO DE MAGNESIO						B
348	SULFATO DE MANGANESO			2			B
349	SULFATO DE MERCURIO			4	0	1	D
350	SULFATO DE PLATA			1			B
351	SULFATO DE POTASIO						B
352	SULFATO DE SODIO			1	0	0	B
353	SULFATO DE ZINC			2			B
354	SULFITO DE SODIO			2	1	0	B
355	SULFURO DE PLOMO			2			B
356	SULFURO DE SODIO			2	2	1	B
357	TARTRATO DE AMONIO						B
358	TARTRATO DE POTASIO Y SODIO						B
359	TARTRATO DE SODIO						B
360	TETRACLORURO DE CARBONO			3	0	1	B
361	TETRAHIDROFURANO			2	3	2	D
362	TIOCIANATO DE AMONIO			1			B
363	TIOCIANATO DE POTASIO			1			B
364	TIOCIANATO DE SODIO			1			B
365	TOLUENO			2	3	0	B
366	2,4,6-TRIBROMOFENOL						D
367	TRICLOROETILENO			2			B

	NOMBRE QUIMICO				REACTIVIDAD	PROTECCION	
368	TRICLORURO DE FOSFORO			3	0	2	D
369	TRJETANOLAMINA			2	1	1	B
370	TRJETILAMINA						B
371	2,2,4-TRIMETILPENTANO			2	3	1	B
372	TRITON						
373	VIOLETA CRISTAL						B
374	XILENO			2	3	0	D
375	YODATO DE POTASIO						B
376	YODATO DE SODIO						B
377	YODO			3	0	2	D
378	YODURO DE ETILO			2	2		B
379	YODURO DE METILO			3			D
380	YODURO DE POTASIO			2	0	0	B
381	YODURO DE SODIO			1	0	1	B
382	ZINC			0	1	1	B

## **CAPITULO V**

### **SEGURIDAD EN EL INSTITUTO**

El ámbito empresarial reconoce que la seguridad es equiparable a la producción, la calidad y el control de los costos en una empresa y es responsabilidad de todos. Los empleados deben ser protegidos en todos los ambientes de trabajo.

El Instituto interesado en éste aspecto al principio, no contaba con ninguna clase de seguridad, por lo que decidieron contactar a la empresa **BUFETE TÉCNICO AMBIENTAL**, quien elaboró un manual de seguridad.

<sup>11</sup>Este manual es una guía de seguridad de uso en los laboratorios del Instituto de Fisiología Celular, contiene 189 reglas de seguridad e información básica elaboradas para la protección durante el trabajo.

El principio básico de la conciencia de seguridad en el trabajo es el conocimiento de:

- Los riesgos generales del trabajo en un laboratorio
- Los riesgos específicos de tu área de trabajo
- Los riesgos de los reactivos y las reacciones químicas
- Atención a emergencias
- Los documentos de seguridad relacionados con la preparación del trabajo
- El equipo de protección y su uso correcto

Este manual desarrolló los siguientes puntos:

1. Organización de seguridad en los laboratorios
2. Equipo de protección personal
3. Acciones básicas en caso de accidentes
4. Estallido de fuego, estallido de gas, explosión
5. Acciones en casos de derrames
6. Reactivos químicos peligrosos (precauciones en el manejo)
7. Reacciones riesgosas o peligrosas
8. Fuentes de ignición en los laboratorios

- 9. Equipo de laboratorio, instalaciones de laboratorio
- 10. Trabajo con fuentes radiactivas, protección contra la radiación

A continuación se describa brevemente las acciones antes mencionadas.

## 1. ORGANIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS

Este punto comprende la definición de las responsabilidades en materia de seguridad, así como los documentos e información con la que se debe contar en los laboratorios para prevenir accidentes.

1.1 Los riesgos o problemas de seguridad que pueden presentarse en los laboratorios deben definirse por el responsable de cada laboratorio o bien con el jefe de laboratorio, así como alertar a todo el personal que labora en éstos, para acatar las reglas de seguridad establecidas.

1.2 El jefe de laboratorio tendrá la obligación de explicar al personal de nuevo ingreso del área las normas de seguridad a seguir.

1.3 Se debe disponer de las hojas de seguridad en todos los laboratorios, todo el mundo debe saber la localización exacta de estas hojas y tener acceso a ellas.

La hojas de datos de seguridad contiene la información relativa a:

- Identificación del material (nombre y proveedor)
- Composición e información de los componentes
- Identificación de su peligrosidad
- Medidas de primeros auxilios
- Medición para prevención de fuegos
- Medidas para prevención de accidentes
- Manejo y almacenamiento
- Equipo de protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información Ecológica
- Información para el transporte

- Regulaciones
- Información adicional

## 2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

La protección personal efectiva, depende en gran medida del tipo de producto químico que se vaya a manejar, el correcto desempeño del trabajo químico y especialmente de la limpieza y el orden.

2.1 Todo el personal del laboratorio debe estar familiarizado con la localización del equipo y las reglas concernientes a la protección personal. Los más importantes artículos de equipo para protección contra accidentes en el laboratorio son:

↳ Lentes de seguridad: que deben usarse en todas las áreas donde existan productos químicos. En algunos casos es recomendable utilizar la pantalla de protección.

↳ Mascarilla contra gases: para aquellas personas que estén involucradas en experimentos con sustancias venenosas o polvos, con el filtro apropiado a su alcance en cualquier momento. Estos filtros deben conservarse cerrados herméticamente hasta el momento de usarse y debe marcarse esta fecha de apertura. Los filtros usados o no una vez abiertos deben desecharse al año de esta fecha.

↳ Salidas de emergencia: las puertas designadas deben estar siempre despejadas. Las puertas de los cuartos de máquinas y subestaciones eléctricas, deben permanecer abiertas durante y fuera de las horas normales de trabajo, así como las puertas de otros cuartos que sirvan de salida de emergencia.

2.2 La protección contra la irritación de la piel y dermatitis se incrementa con el uso de guantes y delantales de plástico.

2.3 Manos y guantes deben limpiarse completamente después de haber tocado productos químicos o animales.

2.4 Cuando se trabaje con organismos patógenos o con animales infectados, se deben cumplir estrictamente las reglas especiales, los procedimientos de

trabajo y envasado, así como la disposición final de los residuos según lo establecido en la NOM-087-ECOL/1995 (ver apéndice). Se debe proceder a quitarse los guantes u otro equipo de protección personal inmediatamente después de trabajar con éstos. Los guantes desechables deben ser reemplazados de inmediato si se contaminan o perforan. Usar equipo de protección personal, guantes, gafas y caretas faciales.

### **3. ACCIONES BÁSICAS EN CASO DE ACCIDENTES.**

#### **3.1 Primeros auxilios generales:**

**3.1.1 Mover al accidentado únicamente si en el área donde se encuentra representa un peligro adicional para la persona, si no existe ninguna de estas condiciones no mover a la persona. En cualquier caso avisar al servicio de emergencias del centro médico y dar los detalles precisos del tipo de accidente, de la localización, piso, entrada al edificio, avisar la situación respecto al acceso con un vehículo.**

**3.1.2 Si hay daños en los ojos causados por productos químicos agresivos: enjuagar el ojo con gran cantidad de agua por lo menos durante 10 minutos, manteniendo el párpado abierto con los dedos. Reportar inmediatamente al servicio médico.**

**3.1.3 Si los daños son causados en la piel por productos químicos: se debe lavar el área completamente con grandes cantidades de agua; mientras enjuaga la piel se debe ir quitando con cuidado la ropa contaminada.**

**3.1.4 Inhalación de gases que irritan los pulmones: si se ha inhalado gases irritantes (vapores de cloro, Bromo, Iodo, Oxido de nitrógeno, Bióxido de azufre) se deberá mover a la víctima de la zona peligrosa, manteniéndola con la mínima presión física posible. Recuéstelo de lado y abríguelo.**

**3.1.5 Deglución de productos químicos: limpiar la boca completamente, sin dar antidotos. No inducir el vómito.**

**3.1.6 Heridas abiertas, machucones, arañazos:** tomar precauciones contra el contagio. Siempre lávese las manos antes y después de auxiliar a una persona con herida. Si la herida es muy grande llame al servicio de emergencia, pero si la herida es pequeña, lave la herida con jabón suave y agua, controle la herida con presión directa y/o eleve la parte lesionada por encima del nivel del corazón. Aplique una gasa estéril con un vendaje. Deben existir vendas en todos los botiquines de los laboratorios de los edificios.

**NOTA:** Es importante hacer notar que se debe revisar la hoja de seguridad de la sustancia involucrada en el incidente, con objeto de aplicar los primeros auxilios específicos.

**3.2 Regaderas de seguridad:** dicho equipo debe funcionar correctamente y estar accesible a todo el personal.

**3.3 Mantas apagafuegos:** estas mantas son útiles, en caso de que no exista regadera de seguridad cerca.

**3.4 Reporte de accidentes o incidentes:**

El reporte debe ser conciso y contener todos los hechos importantes. Este reporte incluye la siguiente información:

- |                  |   |
|------------------|---|
| *Cuándo          | *Causa  |
| *Cómo            | *Dónde  |
| *Tipo de daño    | *Quién  |
| *Qué             | *Evaluación del daño                                      |
| *Medidas tomadas | *Análisis y recomendaciones para que no vuelvan a ocurrir |

#### **4. ESTALLIDO DE FUEGO, ESTALLIDO DE GAS, EXPLOSIÓN.**

**4.1 Alarma en el laboratorio:** es una señal audible en todos los laboratorios. Al escucharla deberá abandonar el edificio y dirigirse a la zona de agrupación correspondiente. (Previas simulaciones).



**4.2 Inicio del incendio:** todo el personal debe conocer la ubicación y el uso de los medios de extinción (extintores y mantas), disponibles en su área.

**4.2.1.** Los pequeños fuegos deben ser atacados con extinguidores de mano, reportando al departamento de bomberos de la UNAM el incidente, así como verificar periódicamente la carga de estos extinguidores.

**4.2.2** Para los fuegos grandes, solicitar la presencia del departamento de bomberos de la UNAM, de acuerdo a la organización de alarma general.

**4.3 Combate de incendios:**

**4.3.1 Solventes y químicos encendidos:**

- Combata el fuego con extinguidores de mano
- Nunca dirija el extintor hacia recipientes de vidrio.

**4.3.2 Metales encendidos**

- Los fuegos de metal, extíngalos solamente con arena o polvo especial
- Se prohíbe el uso de agua

**4.3.3 Ropa encendida**

Existen las siguientes formas de extinguir el fuego de las ropas de personas accidentadas:

- Manta apagafuegos
- Agua
- Utilice polvo seco o bióxido de carbono sólo si no hay otro medio disponible, cuidando el no hacer contacto con la cara de la persona.

**4.4 Uso de medios de extinción:**

SUSTANCIA INFLAMABLE	EXTINGASE CON:
Material sólido, formación de chispas (madera, papel, textiles, carbón, etc.)	Agua, se puede usar también espuma EXTINGUIDORES LETRA A
Líquidos sin formación de chispas (solventes , aceite, brea, pintura, grasa, parafina, etc.)	Polvo seco Dióxido de carbono (pequeños fuegos) EXTINGUIDORES LETRA B Y C

Sustancia gaseosa	Polvo seco Dióxido de carbono (pequeños fuegos) EXTINGUIDORES LETRA B Y C
Metales y ciertos productos químicos (potasio, sodio, magnesio, fósforo)	Arena seca, polvo especial

#### 4.5 Estallido de gas, alarma de gas:

Se utiliza la misma alarma que la de evacuación general.

### 5. ACCIONES EN CASO DE DERRAMES

En caso de derrame las acciones que se tomen en los primeros minutos pueden ser de vital importancia.

#### 5.1 Contención de derrames

5.1.1 Tener cuidado de evitar el contacto con la piel o la inhalación de vapores

5.1.2 Ponerse el equipo de protección adecuado al riesgo (lentes, caretas, guantes, mandiles, botas, mascarillas con cartuchos químicos y con filtros para polvos químicos).

5.1.3 Contener líquidos derramados colocando las almohadillas absorbentes que se localizan en los gabinetes ubicados en el edificio.

5.1.4 En caso de ácidos o bases proceder a su neutralización con los materiales correspondientes; en el caso de polvos minimizar su dispersión cubriéndolos con tierra o arena y cubriéndolos con una lona.

5.1.5 Antes de iniciar las operaciones de limpieza, se deben observar las precauciones de seguridad indicadas en la hoja de seguridad y si es posible del proveedor.

## 6. REACTIVOS QUÍMICOS PELIGROSOS (PRECAUCIONES EN EL MANEJO)

6.1 Los peligros inherentes a los reactivos químicos se han dividido en los siguientes tipos:

*Riesgo de inflamabilidad:* es el grado de susceptibilidad de las sustancias a arder.

*Riesgo de reactividad:* es el grado de susceptibilidad de las sustancias para liberar energía debido a un cambio químico.

*Riesgo a la salud:* cualquier característica de una sustancia que directa e indirectamente puede causar lesión temporal, permanente o la muerte por contacto, inhalación, ingestión o absorción.

Algunos pueden tener riesgos especiales como:

- Alcalinidad
- Acidez
- Corrosividad
- Radiactividad
- Reacción peligrosa en contacto con el agua
- Oxidante

Todos los envases o recipientes que contienen productos químicos deberán estar etiquetados de acuerdo a las siguientes indicaciones (NOM-114-STPS-1994). Las etiquetas de seguridad advierten del tipo de peligro inherente a la sustancia. proporcionan el grado de riesgo de los distintos grupos. (VER FIG. 3)

La etiqueta deberá contener lo siguiente:

- Nombre de la Sustancia
- Riesgo a la Salud
  - 4 = Fatal
  - 3 = Extremadamente riesgosa
  - 2 = Riesgosa
  - 1 = Ligeramente riesgosa
  - 0 = Material normal

- Riesgo de Inflamabilidad
  - 4 = Extremadamente inflamable
  - 3 = Inflamable
  - 2 = Calentamiento moderado lo puede inflamar
  - 1 = Combustible si se calienta
  - 0 = No se quema

- Riesgos Especiales
  - En caso de que los tenga:
    - ALC- Sustancia alcalina
    - ACID- Sustancia ácida
    - CORR- Sustancia corrosiva
    - W Sustancia que acciona con el agua
    - OXI Sustancia oxidante
    - Sustancia radioactiva

Este espacio puede permanecer en blanco en caso de no existir riesgos.

- Equipo de Protección Personal

## 6.2 Manejo, almacenaje, transporte de productos químicos.

Mientras no exista información contraria, todos los productos deben ser considerados como peligrosos.

### 6.2.1 Los productos químicos deben ser almacenados lejos del calor y la luz.



FIGURA 3. Etiquetado de reactivos de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994.

6.2.2 Los productos químicos y solventes deben ser transportados en recipientes de protección; no pueden ser transportados en elevadores de personas.

6.2.3 Las reglas generales para el almacenamiento de sustancias químicas son:

- Un control de inventarios
- Segregación (evitar el almacenamiento por orden alfabético y sin segregación por incompatibilidad)

6.2.4 Prohibido succionar líquidos peligrosos con la boca, use pipeta de seguridad.

6.3 Propiedades de solventes: Al trabajar con los solventes, no sólo se debe considerar el peligro del fuego, sino también al hecho de que el contacto con la piel o la inhalación de vapores pueden ser dañinos para la salud. Por eso es conveniente consultar la hoja de seguridad antes de empezar a trabajar con cualquiera de éstos.

6.4 Solventes inflamables: Deben ser mantenidos al mínimo en el laboratorio; se deben usar envases metálicos para solventes altamente inflamables (puntos de inflamación  $55^{\circ}\text{C}$ ) y separados de agentes oxidantes.

## 7. REACCIONES RIESGOSAS O PELIGROSAS

Antes de empezar cualquier experimento se debe investigar en la literatura sobre los riesgos de los componentes de la reacción. Las reacciones particularmente peligrosas se deberán llevar a cabo solo en cuarto especialmente equipado para esto.

7.1 Los experimentos de investigación debe ser llevados a cabo solo en pequeña escala.

7.1.1 Las reacciones con riesgo elevados o cuyo curso es difícil de controlar, deben ser autorizados, para realizarse fuera de horas normales de trabajo.

7.1.2 Los principiantes en laboratorio no deben trabajar fuera de horas normales.

## 7.2 Trabajos bajo vacío

# 8. FUENTES DE IGNICION EN LOS LABORATORIOS

## 8.1 Fuentes de ignición en el laboratorio

8.1.1 Al trabajar con sustancias inflamables se deberá considerar cualquier fuente de ignición presente en el laboratorio, como son: parrillas, manta de calentamiento, baños de aceite y equipos en general de calentamiento con temperatura alta en la superficie.

## 8.2 Electricidad estática

8.2.1 Se pueden generar cargas electrostáticas en el laboratorio bajo las siguientes condiciones:

- Trasladando polvo de un recipiente a otro
- Agitando o vaciando líquidos
- Depresionando gases comprimidos
- Agitando nubes de polvos químicos

## 8.3 Fumar

# 9. EQUIPO DE LABORATORIO, INSTALACIONES DEL LABORATORIO

Las instalaciones eléctricas solo pueden ser reparadas o modificadas por electricistas profesionales.

## 9.1 Equipo eléctrico de calentamiento

9.1.1 Los utensilios de calentamiento eléctrico pueden representar fuentes de ignición.

## **9.2 Revisión, Instrucciones de Operación**

### **10. TRABAJO CON FUENTES RADIOACTIVAS, PROTECCION CONTRA LA RADIACIÓN**

**10.1 Trabajo con sustancias radiactivas o radiación ionizante:** El jefe de laboratorio debe asegurarse que los permisos y licencias necesarias se obtengan. Así como encargarse de que todo su equipo de trabajo conozca el *Manual de Seguridad Radiológica*, que es el reglamento oficial expedido por las autoridades que tienen jurisdicción.

**10.2 Trabajo con luz ultravioleta:** Usar siempre lentes especiales protectores para este trabajo, de lo contrario un mal manejo de la luz ultravioleta puede causar daño en los ojos y quemaduras en la piel.

**10.3 Trabajo con láser:** No se debe mirar directamente el rayo láser, ya que el haz directo o la luz lateral radiada de láseres de gas continuos, es peligrosos debido a su alto contenido de UV (conjutivitis).



## CAPITULO VI

### CURSO IMPARTIDO AL PERSONAL DEL INSTITUTO

Para que todo el trabajo descrito anteriormente tuviera éxito y un mejor aprovechamiento, fue fundamental la impartición de un curso al personal que labora dentro de éste Instituto. Además, es básica, en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad, la capacitación del personal, para prevenir que futuros accidentes se produzcan, por lo que es necesario salvaguardar al personal, equipándolo en forma individual con el equipo de protección adecuado.

El curso fue impartido por las responsables del Programa de Manejo de Residuos Peligrosos de la Facultad de Química: Q. Irma C. Gavilán y Dra. Elvira Santos S.; este curso se llamo "Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos", donde se trataron los siguientes puntos:

- Buenas prácticas
- El manejo adecuado tanto de residuos como de sustancias químicas
  - \* Importancia de un inventario
  - \* Información sobre riesgos y almacenamiento
  - \* Hojas de Seguridad
- Primeros auxilios en el laboratorio
- Tratamiento de Residuos en el Laboratorio
- Equipo de Protección Personal en el Laboratorio
- Medidas de Seguridad en caso de incendio
- Control de derrames

#### VI.1 BUENAS PRÁCTICAS (ver capítulo III).

#### VI.2 MANEJO ADECUADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

En este punto se les remarcó la importancia de que cada laboratorio cuente con su inventario, ya que estadísticamente<sup>8</sup> la causa de muchos accidentes en un laboratorio se debe a un inapropiado almacenaje de las sustancias que en éste se manejan.

Algunos errores comunes en el almacenamiento de sustancias son:

- Almacenar las sustancias en orden alfabético
- Almacenadas en las campanas del laboratorio, las cuales están diseñadas para otro propósito.
- Colocar frascos unos sobre otros
- Las sustancias requeridas se toman del almacén y cuando se regresan no son colocadas en sus áreas designadas
- Algunos frascos y botellas han perdido su etiqueta o es ilegible

Las principales ventajas específicas de un inventario son: seguridad, económicas, legales y educacionales, además de un buen control que se ve reflejado en un trabajo eficiente en el tiempo mínimo.

Un buen arreglo debe ser fácil de emplear al efectuar una búsqueda, llegar a localizar cualquier producto químico rápidamente.

Es recomendable combinar las mejores aportaciones de diferentes sistemas, que permitan una fácil identificación de las sustancias almacenadas y tener a la mano un catalogo con los diferentes sinónimos para designar a los productos químicos.

Para tener éxito en la seguridad, hay que cerciorarse que los productos químicos y residuos en un laboratorio reúnan:

- Pequeñas cantidades (P)
  - \* Es un menor peligro potencial
  - \* Menores problemas de disposición
  - \* Los laboratorios no deben usarse como almacenes
- Adecuada identificación (A)
  - \* Etiquetar claramente el contenido
  - \* Etiquetas legibles y nuevas
  - \* No encimar etiquetas
  - \* Contenedores de disolventes y residuos adecuadamente etiquetados
  - \* Peróxidos o precursores de los mismos deben ser revisados constantemente y fechados
- Sellado (S)
  - \* Contenedores de disolventes cerrados para evitar evaporación (con cera o parafilm)

- \* Tapas en buen estado y de material apropiado
- \* No llenar totalmente los contenedores
- Seguro (S)
  - \* Anaqueles de seguridad no muy llenos, no muy altos con charolas de contención
  - \* Los cilindros de gas comprimido encadenados
  - \* Contenedores previamente autorizados para usarse con disolventes o residuos
  - \* Materiales de alta peligrosidad preferentemente bajo llave
- Separados (S)
  - \* Los materiales deber ser separados por "compatibilidad", sinónimo de afinidad química

### **VI.3 PRIMEROS AUXILIOS EN EL LABORATORIO**

Se les indicó que algunas veces a pesar de las medidas de seguridad y de los equipos de protección corporal, ocurren accidentes, al manejar inadecuadamente productos peligrosos. En esos casos la persona accidentada, así como las personas que están a su proximidad, deben estar capacitadas primero para brindar las primeras atenciones a la víctima, segundo si es el caso para el traslado de la víctima al hospital y otro grupo capacitado de apoyo debe atender el área de trabajo donde ocurrió el accidente.

La toxicidad de un producto químico y sobre todo peligroso, depende de la vía de acceso al organismo. Las vías de acceso importantes son:

#### **Inhalación:**

Cuando las sustancias químicas peligrosas se encuentran en forma de gases, vapores, humos o polvos pueden ingresar rápidamente al cuerpo por absorción a través de las mucosas del tracto respiratorio y pulmones.

Cuando la inhalación de altas concentraciones de sustancias peligrosas por períodos cortos o prolongados puede presentar asfixia, dependiendo del producto en cuestión causando inconsciencia o muerte casi inmediatamente. La

exposición prolongada de pequeñas concentraciones puede provocar desde efectos leves hasta efectos crónicos.

### **Ingestión:**

Si sustancias peligrosas son ingeridas, por absorción a través del tracto gastrointestinal pasan a la sangre, de donde puede distribuirse a todo el cuerpo. Pueden afectar las mucosas bucales y del esófago provocando serias lesiones como en el caso de materiales altamente corrosivos, en algunos casos dependiendo del tipo de sustancia, pueden provocar desde ulceración intestinal hasta la muerte, dependiendo de la cantidad y peligrosidad del producto.

### **Contacto Cutáneo:**

Este es el modo más frecuente de lesiones por sustancias químicas, siendo la principal vía de ingreso a través de los poros de la piel.

Esto puede provocar desde irritación hasta daño tisular, ya que sustancias como ácidos o bases afectan las capas interiores del tejido, hasta corrosión y/o desintegración de la dermis.

La exposición prolongada de la piel a sustancias químicas moderadamente tóxicas puede provocar hipersensibilidad, manifestándose como dermatitis o alergias.

### **Contacto Ocular:**

Este tipo de lesiones es particularmente importante debido a que éstos órganos son muy sensibles a los materiales irritantes. La mayoría de las sustancias causan quemaduras severas y hasta pérdida de la vista. La córnea es muy sensible a muchas sustancias, especialmente a ácidos y bases.

### **Lesiones por Calor:**

Es muy común que en los laboratorios ocurran quemaduras menores originadas por tubos y matraces calientes, muflas, parrillas de calentamiento, etc.

### **Cortaduras:**

Con frecuencia cuando se trabaja con material de vidrio en el laboratorio, provocando cortaduras menores.

El procedimiento general a seguir para primeros auxilios, excepto donde se noten desviaciones por envenenamiento individual son:

- a) La identificación del material involucrado en el accidente y prevenir al grupo de ayuda respecto a las precauciones.
- b) El traslado del paciente del área donde estuvo en contacto con el o los agentes nocivos.
- c) Acostar al paciente boca abajo, colocando su cabeza a un lado con la lengua hacia adelante.
- d) Mantener al paciente abrigado y recostado, como en el punto anterior.
- e) Estar preparado para administrar respiración artificial boca a boca a la primera sospecha de que el paciente tiene dificultad para respirar.
- f) No dar bebidas alcohólicas excepto bajo autorización médica, ya que el alcohol incrementa la absorción de algunos venenos.
- g) Solicitar atención médica tan pronto como sea posible proporcionando información pertinente, pero no interrumpir los procedimientos anteriores.

Además es recomendable contar con la hoja de seguridad de la sustancia involucrada con la finalidad de facilitar, ampliar y soportar los aspectos de primeros auxilios, toxicidad, medidas en caso de derrame, etc., para que las personas del grupo de ayuda tengan de manera accesible la información, para evitar la pérdida de tiempo en la búsqueda de tales aspectos.

### **VI.4 TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO**

En uno de los capítulos anteriores, se hace mención de la definición de un residuo a diferencia de un reactivo, pero de acuerdo con la legislación ambiental, los residuos generados por la actividad industrial pueden considerarse peligrosos si poseen alguna de las características CRETI, es

decir, si sus componentes son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos o inflamables.

Anteriormente a los residuos químicos no se les daba gran importancia, sin embargo ahora la comunidad se ha interesado más en el buen manejo y disposición de residuos químicos, por su propio bienestar. Se estima que la generación total de los residuos peligrosos de origen industrial asciende a un volumen de ocho millones de toneladas anuales, sin incluir los jales mineros que también son residuos que pueden ser peligrosos y que se producen en grandes cantidades (aproximadamente 300 mil a 500 mil toneladas diarias)<sup>4</sup>.

Hay ciertos requerimientos legales para que los residuos sean tratados de manera consciente y responsable. La primera tarea del personal de un laboratorio de manejo de residuos peligrosos es:

1. Determinar cuando un material es un residuo
2. Determinar cuando ese residuo es un "residuo peligroso"

Los residuos peligrosos comprenden:

- Residuos aislados, mezclados o en solución; pueden presentarse en estado sólido, líquido o en forma de lodos y son generados como "subproductos del proceso"
- Residuos resultantes de operaciones unitarias
- Residuos que se generan del almacenamiento, transporte, confinamiento o disposición final de los residuos anteriores.,
- Materiales con la característica de que sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas representan un peligro para la salud humana y los ecosistemas
- Materias primas que caduquen o se deterioren durante el tiempo de su almacenamiento.

La peligrosidad de los residuos, se debe en parte de sus propiedades fisicoquímicas, como pueden ser: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, biológicas-infecciosas, presión de vapor, etc.; las cuales pueden verse afectadas por su manejo inadecuado en sus etapas de almacenamiento, proceso de uso, transporte y/o disposición final. La legislación mexicana para establecer y seleccionar criterios normativos en la peligrosidad de estos residuos, se apoyó en la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA: Environmental Protection Agency).

Se les aclaró que es muy difícil establecer un sistema o método de tratamiento general para los residuos específicos de un laboratorio, ya que depende del volumen generado, del tipo de laboratorio que se trate y sobre todo la variedad de residuos que se generan, además de que normalmente los residuos nunca están constituidos por un sólo producto, sino que son mezclas complejas.

El problema que existe en éste tipo de Institutos, es que existen residuos almacenados y generados en el pasado por estudiantes o investigadores que estuvieron ahí, pero que al irse, lo que ocasionan es que la gente que llega no sabe de donde provienen, y en algunas ocasiones ni siquiera saben que es, ya sea por que no están adecuadamente etiquetados o por que la etiqueta que tuvo en algún momento se cayó y se desconoce su contenido.

Los residuos, ya sean conocidos o desconocidos, se tratan como ya se hizo mención en el Capítulo IV. El tratamiento de los residuos generados en los laboratorios, debe ser llevado a cabo por personal capacitado, siendo esta la manera más efectiva para proteger a los seres vivos, sin contaminar el ambiente.

Los métodos de tratamiento se pueden clasificar en:

### 1. Químicos

- Neutralización
- Precipitación
- Oxidación
- Reducción

### 2. Físicos

- Filtración
- Cristalización
- Destilación
- Adsorción

### 3. Biológicos

- Aeróbicos
- Anaeróbicos
- Enzimáticos

#### 4. Térmicos

#### 5. Incineración

Cada investigador antes de empezar a trabajar en el laboratorio, necesita planear como va a manejar los residuos que generará. Esta planeación consiste en: los tipos y cantidades de residuo que se puede generar, la forma en que se llevará acabo el tratamiento.

Además, la adecuada etiquetación y descripción de la composición de los residuos peligrosos, es una responsabilidad importante, ya sea por el mismo personal o a través de una compañía especializada en residuos peligrosos.

Los responsables de una adecuada identificación de los residuos, son los propios generadores, ya sean estudiantes, profesores o investigadores.

Todos los residuos deben estar bien etiquetados, indicando nombre, ubicación del laboratorio generador, indicaciones sobre la composición y precauciones correspondientes para un manejo adecuado del residuo.

Nunca deben ser mezclados productos químicos desconocidos, ya que esto puede causar una reacción peligrosa. Los accidentes que han ocurrido durante el transporte de residuos han sido por una pobre identificación y/o mal embalaje de éstos.

Los generadores de los residuos son responsables ante la Ley, por los accidentes ocasionados por una etiquetación o transporte inadecuado.

Complementando la reciente implantación del programa de manejo de residuos, se les habló de lo que lo constituye. Debe existir un responsable que debe coordinar labores como: etiquetado, almacenamiento, planeación en caso de una contingencia, levantamiento de inventarios, etc.; Se debe elegir la forma de transportar los residuos tanto dentro, como fuera del Instituto, para esto el Instituto ha adquirido unos carritos diseñados exclusivamente para el traslado de los contenedores de los residuos peligrosos. Se ha programado el calendario de recolección y se debe estar al tanto del diseño, verificación y



cualquier ajuste que sea necesario incorporar a este programa de tratamiento de residuos.

Dentro de éste programa se incluye la separación de residuos en los contenedores correspondientes.

## VI.5 EQUIPO DE PROTECCIÓN

Aquí se les habló y explicó del uso apropiado del equipo de protección personal, ya que es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de cualquier programa de seguridad.

En cualquier dependencia o institución, no ven con gusto el empleo de dispositivos de protección personal debido a su incomodidad y en parte a su falta de costumbre. Por lo que este equipo puede ser alterado o mal utilizado por sus usuarios, tratando de obtener mayor comodidad, lo que ocasiona una baja efectividad del equipo de protección.

Las principales características que debe cumplir el equipo de protección podemos mencionar:

- Que sea capaz de proteger áreas o funciones del cuerpo humano expuestas
- Que éste construido con el material específico y resistente

El Instituto adquirió el siguiente equipo de protección: lentes de seguridad, guantes, mascarillas, respiradores y caretas, zapatos de seguridad, trajes de seguridad, polvos y almohadillas para derrames, además de la bata que cada quien pone y tiene costumbre de usar.

Todo esto esta distribuido en todos los edificios del Instituto mediante gabinetes de seguridad. (VER FIG. 4)

Estos diferentes equipos de seguridad están diseñados para proteger áreas específicas del cuerpo, los cuales en conjunto forman el equipo completo de protección personal.

**Lentes de Seguridad:** para el manejo de materiales o sustancias peligrosas. El uso de los lentes se debe exigir a todo el personal presente en cualquier laboratorio donde se manejen y almacenen reactivos químicos. Existen dos tipos de protección ocular: lentes de policarbonato con armazón y protección lateral y goggles de PVC con micas de policarbonato.

En general deben seguirse las recomendaciones del Instituto de Estandarización Nacional Americana<sup>10</sup>.

**Ropa de Protección:** el uso de la ropa de protección construida con materiales adecuados, es recomendada y debe ser exigida a todo el personal. Los diferentes tipos de ropa de protección que generalmente se usan son de dos tipos: bata de laboratorio y trajes encapsulados. El primer tipo es recomendable para el manejo de pequeñas cantidades de reactivos químicos, previniendo salpicaduras o derrames menores durante el trabajo. El segundo tipo de ropa, son recomendados para cuando se expone todo el cuerpo a atmósferas agresivas ocasionadas por grandes derrames o fugas de alguna sustancia química.

En los centros de trabajo los equipos de protección deben cumplir con los estándares establecidos por NFPA y OSHA<sup>10</sup>.

**Guantes:** constituyen a menudo un medio práctico para proteger las manos contra el tacto con sustancias químicas, objetos punzocortantes, materiales calientes, etc., y si hay una buena elección del material con el que están elaborados, se puede garantizar una protección adecuada para cualquier contacto. Existen diferentes tipos de seguridad disponibles en el mercado, la selección de éstos depende de su uso.

Este equipo de protección debe aprobar los parámetros establecidos por la American Society For Testing and Materials<sup>10</sup>.

**Mascarillas y Respiradores:** en ocasiones, el personal está expuesto a concentraciones altas de contaminantes en el aire que por su inhalación tienen un efecto rápido y peligroso sobre la vida o la salud durante cortos períodos. Las mascarillas, consisten en un protector sencillo de forma anatómica premoldeada, funcionando como un filtro pequeño, en su mayoría son

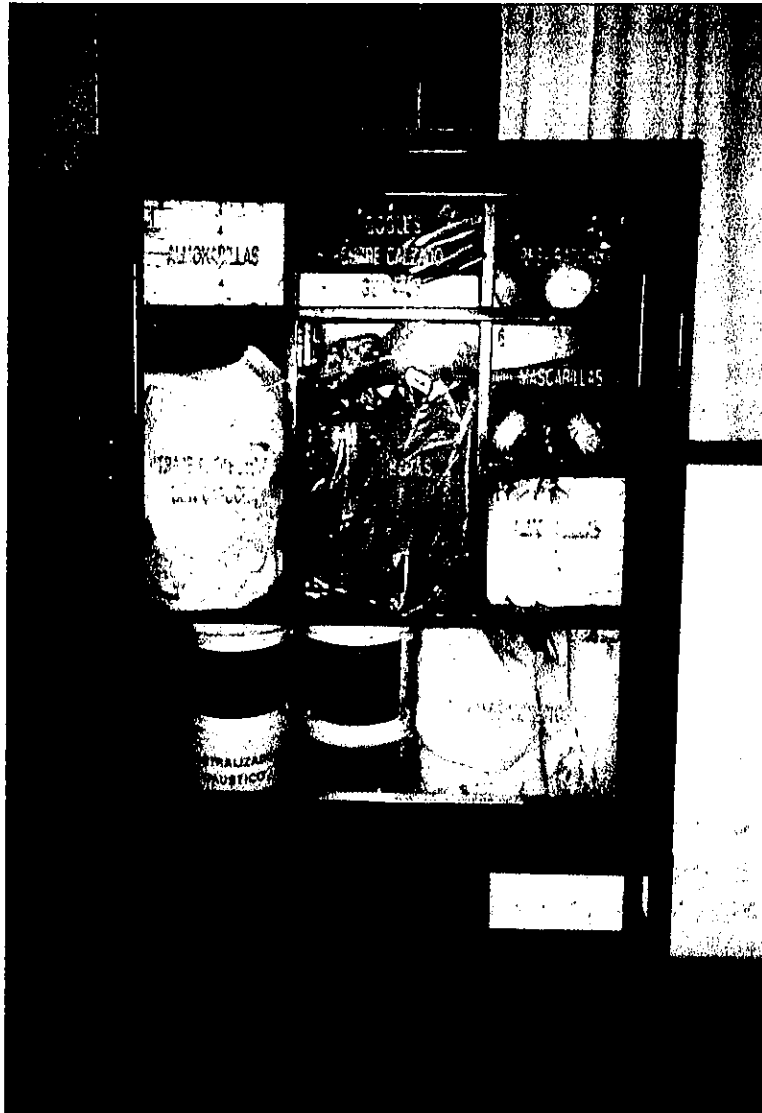


FIGURA 4. Gabinete de Seguridad del Instituto de Fisiología Celular.

desechables, este tipo de mascarilla es solamente para protección en el manejo de polvos tóxicos.

Los respiradores son dispositivos que funcionan como purificadores de aire, con cartuchos intercambiables para diferentes tipos de contaminantes, brindando un aislamiento de media cara o de cara completa. En algunos casos se les puede adoptar equipos autónomos de oxígeno.

Todos estos dispositivos deben cumplir con las especificaciones de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)<sup>10</sup>.

*Zapatos de Protección:* podemos mencionar los zapatos y botas de seguridad, por lo general lo que varía en una u otra es el tipo de polímero usado y el tipo de suela para los diferentes trabajos.

## VI.6 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

En este tema se les indicó que para prevenir los incendios en un laboratorio es necesario conocer diferentes aspectos acerca de las causas que generan un fuego. Incluyendo medidas de prevención para evitarlo y si éste surge como extinguirlo.

La mayoría de los incendios ocurridos en un laboratorio pueden prevenirse considerando las medidas necesarias. Ya que es inevitable encender mecheros, parrillas eléctricas, es importante considerar las siguientes observaciones:

- No calentar directamente un disolvente orgánico inflamable con una flama.
- Revisar siempre antes de encender una flama si hay presencia de disolvente orgánico a su alrededor
- No dejar encendido un mechero si no es necesario
- No fumar en un laboratorio
- No verter residuos de líquidos inflamables o cualquier otro tipo de desecho en los canales y tarjas de las mesas, que son exclusivamente para la eliminación del agua de los refrigerantes

Se les aclaró que los incendios pueden ser pequeños o grandes. Pequeños cuando se presentan por vapores de compuestos inflamables por la boca de un matraz, y pueden ser apagados colocando en la boca del matraz una placa de asbesto o vidrio de reloj. Mientras que también se pueden presentar incendios grandes, cuando esto ocurre, lo primero es cortar la corriente eléctrica y el gas, en seguida desalojar el laboratorio con orden y rapidez, para lo cual debe estar señalada con claridad la ruta de evacuación correspondiente al lugar del incidente, procediendo de inmediato a apagar el incendio. El Instituto cuenta con un equipo de seguridad que incluye extinguidores, mangueras para incendio, mantas. Se debe tener a la vista el número telefónico de bomberos.

### VI.6.1 CLASIFICACION DE INCENDIOS

La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego en USA (NFPA), con el propósito de facilitar el uso de extinguidores portátiles, clasifica los fuegos en cuatro tipos diferentes:

#### Fuego clase "A"

Son fuegos generados por materiales combustibles ordinarios o materiales fibrosos como madera, papel, tela, hule y algunos plásticos sometidos a una fuente de energía y en la presencia de oxígeno.

#### Fuego clase "B"

Son originados por líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares como la pintura, aditivos, propano, gasolina, acetona, hexano, éter, etc., sometidos a una fuente de energía y en la presencia de oxígeno.

#### Fuego clase "C"

Son originados por fallas eléctricas de cableados, maquinaria energizada, como aparatos electrodomésticos, cajas de fusibles y herramientas eléctricas.

#### Fuego clase "D"

Causados por metales combustibles como: magnesio, titanio, potasio y sodio. Estos metales (alcalinos y alcalinotérreos) arden a altas temperaturas y generan suficiente oxígeno para mantener la combustión. La mayoría

reaccionan violentamente con el agua u otros químicos por lo que deben ser manejados con precaución.

La selección del extintor portátil depende de varios aspectos:

- El tipo y características de los materiales combustibles que pudieran incendiarse.
- La gravedad previsible de un posible incendio.
- La compatibilidad del agente extintor con respecto a la clase de fuego que pudiera presentarse en el área.
- Facilidad de manejo.
- Personal disponible para el manejo de los extintores, así como el cuidado y el mantenimiento de éstos.

## **VI.7 CONTROL DE DERRAMES**

Tanto en el Instituto como en cualquier dependencia, los derrames de sustancias peligrosas pueden ocurrir, en pequeñas o grandes cantidades. Lo que se les explicó a los laboratoristas del Instituto fue el *¿qué pueden hacer en caso de un derrame?*

El Instituto de Fisiología Celular cuenta con el material necesario para atender cualquier derrame, y mediante una pequeña demostración se les demostró que deben hacer para llevar a cabo el control de un derrame.

Se aclaró que las acciones que se tomen dentro de los primeros diez minutos serán las garantías para prevenir que un incidente pequeño se convierta en un incidente mayor.

Para atender un incidente con materiales peligrosos se debe seguir los siguientes pasos:

- 1) Identificar el material derramado, lo más pronto posible.
- 2) Notificar al responsable del área.

- 3) Si el material es inflamable o si no se sabe eliminar toda fuente de ignición en un radio de 50m.
- 4) Vestir con el equipo de protección adecuado para asistir el incidente.
- 5) Delimitar la zona, desviando el flujo hacia las alcantarillas, conteniendo el material derramado.
- 6) Sellar la fuente de derrame.
- 7) Una vez controlado el derrame, se debe limpiar utilizando material absorbente (almohadillas).
- 8) Si el material es inflamable o si no lo sabe eliminar toda fuente de ignición en un radio de 50m.
- 9) Vestir con el equipo de protección adecuado para asistir el incidente.
- 10) Delimitar la zona, desviando el flujo de las alcantarillas, conteniendo el material derramado.
- 11) Sellar la fuente de derrame.
- 12) Una vez controlado el derrame, se debe limpiar utilizando material absorbente (almohadillas).

Los gabinetes de seguridad cuentan con almohadillas y polvos para la detención de derrames. (Ver capítulo VI.5).

Las características de los diferentes medios de control de derrame son:

- Polvo para reactivos ácidos
- Polvo para aldehídos
- Polvo para reactivos básicos

Los resultados de ésta estrategia se evaluaron mediante la aplicación de un pequeño cuestionario, el cual se aplicó el último día del curso, lo que sirvió también para que ellos aclararan las dudas que habían surgido durante el transcurso de la capacitación.

La evaluación básicamente abordaba situaciones de criterio, para ver si realmente entendieron las propiedades de los materiales y residuos y en el caso de tener que tomar una decisión lo hagan con conocimiento.

El cuestionario fue el siguiente:

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA CELULAR**

**CURSO "SEGURIDAD EN EL LABORATORIO"  
EXAMEN DE CONOCIMIENTOS**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

LABORATORIO \_\_\_\_\_

I. Un material peligroso, de acuerdo a la legislación, tiene las siguientes seis características:

- |                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| a) Solubilidad                     | ( F ) ( V ) |
| b) Punto de fusión alto            | ( F ) ( V ) |
| c) Toxicidad                       | ( F ) ( V ) |
| d) Infeccioso para los seres vivos | ( F ) ( V ) |
| e) Alta densidad                   | ( F ) ( V ) |
| f) Reactividad                     | ( F ) ( V ) |
| g) Explosividad                    | ( F ) ( V ) |
| h) Cristalinidad                   | ( F ) ( V ) |
| i) Viscosidad                      | ( F ) ( V ) |
| j) Calor                           | ( F ) ( V ) |
| k) Corrosividad                    | ( F ) ( V ) |
| l) Alto índice de refracción       | ( F ) ( V ) |
| m) Inflamabilidad                  | ( F ) ( V ) |

II.

1.- Menciona 6 aspectos contenidos en las hojas de seguridad:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_
- f) \_\_\_\_\_

2.- ¿Cuál información encontrada en las hojas de seguridad le parece la más importante y por qué?



III.

¿Qué protege el siguiente equipo? (Unir con una línea las columnas según corresponda)

- |  |  |
|--|--|
| 1.- Careta   | a)La ropa y el cuerpo  |
| 2.- Guantes de asbesto                             | b)Salpicaduras en la cara                                      |
| 3.- Batas de hule                                  | c)Las manos de objetos calientes                               |
| 4.- Goggles  | d)Pies durante un derrame                                      |
| 5.- Bata   | e)De respirar gases y vapores venenosos                        |
| 6.- Respirador con filtro de carbón                | f)De respirar aire con polvo y sustancias de olor desagradable |
| 7.- Traje hermético sin respiración interna        | g)Ojos   |
| 8.- Traje hermético con tanque de oxígeno autónomo | h)Cabeza   |
| 9.- Casco  | i) Manos y antebrazo   |

IV. Ordene las siguientes acciones de acuerdo a como usted las realizaría en caso de un derrame:

- |   |     |
|---|-----|
| a) Alejar a las personas no preparadas  | ( ) |
| b) Avisar al responsable del laboratorio  | ( ) |
| c) Colocar una barrera de algún material como arena almohadillas                                      | ( ) |
| d) Usar el equipo de protección adecuado para el material derramado                                   | ( ) |
| e) Recoger el material derramado con el equipo adecuado cuando no es peligroso                        | ( ) |
| f) Tratar el material derramado, absorberlo y recogerlo en recipientes adecuados, cuando es peligroso | ( ) |
| g) Limpiar la zona afectada con el reactivo adecuado  | ( ) |
| h) Rescatar a las personas lesionadas   | ( ) |

Conteste Verdadero (V) o Falso (F)

V. La metodología llamada "Buenas Prácticas" indica hacer lo siguiente:

- |   |     |
|---|-----|
| 1.- Revisar la forma actual de trabajar                                     | ( ) |
| 2.- Eliminar los manuales y procedimientos                                  | ( ) |
| 3.- Los jefes y directores le dicen a los trabajadores lo que es inadecuado | ( ) |

- 4.- Todo el personal (director, jefes, secretarios, choferes, almacenamiento, mecánicos, obreros, etc.) se reúnen para analizar los procedimientos, detectar los errores y deficiencias y proponer modificaciones ( )
- 5.- Es importante aumentar el numero de inspectores y capataces para supervisar a cada trabajador ( )
- 6.- Cada miembro del personal debe estudiar y capacitarse para hacer mejor su trabajo ( )
- 7.- La responsabilidad de hacer bien el trabajo corresponde a cada quien ( )
- 8.- Se pretende disminuir la productividad ( )
- 9.- Se pretende aumentar la cantidad y número de residuos peligrosos ( )
- 10.- El objetivo es aumentar la seguridad y aumentar las ganancias ( )
- 11.- Se debe cambiar la tecnología, los reactivos y equipo que se estén usando ( )

VI. ¿Cómo se deben manejar los productos químicos?

F ó V

- 1.- Los materiales corrosivos se deben almacenar en envases de fierro ( )
- 2.- Los materiales inflamables se deben almacenar en lugares calientes ( )
- 3.- Los materiales volátiles se deben almacenar en recipientes hasta llenarlos completamente, para aprovechar bien el cupo del recipiente ( )
- 4.- Los compuestos volátiles se deben almacenar en refrigeración ( )
- 5.- Para desinfectar con hipoclorito de sodio se talla el objeto contaminado con una esponja sujeta con las manos sin guantes ( )
- 6.- La sosa concentrada se debe neutralizar con ácido sulfúrico concentrado para que sea rápido y de preferencia calentando( )
- 7.- Los éteres generan peróxidos cuando se almacenan en lugares iluminados, tibios y con etiquetas que no indiquen la fecha en que se compró ( )
- 8.- El etanol y el éter se deben calentar con un mechero en un matraz ( )

Los cuestionarios fueron devueltos, con las correcciones pertinentes, aclarando en cada caso las confusiones detectadas.

Se propone que este curso sea impartido por lo menos una vez al año, como parte de la actualización del personal administrativo del Instituto, y que debe ser obligatorio para todo trabajador de nuevo ingreso.

---

## CAPITULO VII CONCLUSIONES

En general podemos decir que los objetivos inicialmente planteados en este trabajo fueron alcanzados, mencionando como principal logro la creación del mecanismo del cual se obtuvieron varios beneficios: 1) el control de los inventarios, tanto de los materiales o sustancias químicas, como de los residuos peligrosos generados dentro del Instituto.

En 2) la correcta disposición de los residuos según los tratamientos correspondientes; 3) el fomentar el hábito de un buen etiquetado de cada uno de los materiales utilizados y de los residuos peligrosos obtenidos dentro del Instituto de Fisiología Celular.

Todo el personal del Instituto aprendió algo de éste mecanismo: tomó conciencia de lo importante que es la minimización de la generación de residuos, y se responsabilizaron un poco al saber que al ser generadores deben hacerse cargo de sus propios residuos, para reducir la peligrosidad de éstos. Además ahora saben que deben etiquetar todos los residuos que generen, así como no mezclar unos con otros, es decir, manejarlos todos por separado, en donde y como deben almacenarlos de una manera segura y que para llevar acabo la minimización, deben hacer menor uso de reactivos peligrosos.

El desarrollo de este mecanismo llevó mucho tiempo e involucró el esfuerzo de muchos, pero valió la pena, porque mediante un trabajo de equipo se pudieron detectar los principales obstáculos que fueron surgiendo para el completo desarrollo de éste.

Un detalle importante de mencionar fue la negligencia de los investigadores en lo que a colaboración del desarrollo de éste mecanismo se refiere, ya que por su falta de disponibilidad e interés se hacía más lento el proceso. La actividad anterior se debe principalmente a que ellos se encuentran inmersos en sus proyectos y no desean distraerse de su actividad principal.

Los laboratoristas del Instituto realmente no tienen mucho contacto con los residuos, sólo al momento de lavar algún material contaminado, los técnicos asignados por cada investigador responsable de cada laboratorio, son

realmente los que tienen a su cargo la gestión de los residuos. Pero esto no es motivo para que no se les indique la mejor manera de tratar los residuos en algún momento, o en caso de algún derrame, así como el conocimiento de las medidas de seguridad con las que cuenta el Instituto, es por eso que se llevo acabo el curso mencionado en la página 97, pero el Instituto debe continuar capacitando a sus laboratoristas en todos los ámbitos dentro del marco legal laboral, para que éste mecanismo se desarrolle de la mejor manera, para la seguridad de las personas y de la infraestructura.

Además, este trabajo me enseñó la mejor manera de coordinar un programa, y que mejor que a éste nivel administrativo, aprendiendo a superar todo tipo de circunstancias, desde el hablar con la gente, hasta el poder hacer un mecanismo útil y de provecho para la sociedad.

No obstante, creo que es un trabajo que necesita aún de más tiempo y dedicación, para seguir eliminando las limitantes que se han encontrado hasta el momento, pero espero llegue el día en que el Instituto de Fisiología Celular tenga completo su Mecanismo de Gestión Ambiental, y que lo tomen como una costumbre y no como una obligación.

**CAPITULO VIII  
BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- SOCIEDAD QUIMICA DE MEXICO A.C.  
VOL. 40 N° 6. México.
- 2.- RESIDUOS PELIGROSOS EN EL MUNDO Y EN MÉXICO.  
Secretaría de Desarrollo Social. Instituto Nacional de Ecología.  
México, 1993.
- 3.- MANUAL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Fundación MAPFRE.  
ITSEMAP AMBIENTAL. España, 1994.
- 4.- PROGRAMA PARA LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS  
RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MEXICO 1996-2000.  
Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP. México, 1996.
- 5.- MANUAL DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES  
INDUSTRIALES. Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà. Barcelona,  
1992.
- 6.- MEMORIAS. Primer Simposio Nacional sobre Residuos Peligrosos.  
México, D.F. Nov. 1996.
- 7.- TESIS: MECANISMO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LOS  
LABORATORIOS DEL DPTO. DE NUTRICIÓN ANIMAL DEL INSTITUTO  
NACIONAL DE NUTRICIÓN. Claudia Benitez A. México, 1994.
- 8.- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD EN LOS  
LABORATORIOS DE LA UNAM. Elvira Santos S., Irma Cruz Gavilán.
- 9.- LABORATORY WASTE MANAGEMENT. A GUIDE BOOK. ACS Task Force  
on Laboratory Waste Management. American Chemical Society.  
Washington D.C., 1994.
- 10.- IMPROVING SAFETY IN THE CHEMICAL LABORATORY: A PRACTICAL  
GUIDE. Young, Jay A.. 2ª Ed. Canadá, 1991.

- 11.- GUÍA DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA CELULAR. Enero, 1997.
- 12.- DESTRUCTION OF HAZARDOUS CHEMICALS IN THE LABORATORY. George Lunn and Eric B. Sansone. Wiley Interscience Publication. USA, 1990.
- 13.- PRUDENT PRACTICES FOR DISPOSAL OF CHEMICALS FROM LABORATORIES. National Academy Press. Washington, D.C., 1983.
- 14.- HAZARDOUS LABORATORY CHEMICALS DISPOSAL GUIDE. Margaret-Ann Armour. Lewis Publishers. 2<sup>nd</sup> Edition. USA, 1996.
- 15.- PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE SUSTANCIAS TÓXICAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA. Instituto Nacional de Ecología. México, marzo 1997.
- 16.- GESTIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INDUSTRIA. Instituto Nacional de Ecología. México, octubre 1997.
- 17.- LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO. Rivero S. Octavio, Ponciano R. Guadalupe, González M. Simón. PUMA. México, 1996.
- 18.- LABORATORY HEALTH AND SAFETY HANDBOOK. A guide for the Preparation of a Chemical Hygiene Plan. R. Scott Stricoff, Douglas B. Walters. A Wiley-Interscience Publication. USA, 1990.
- 19.- GUIDE FOR SAFETY IN THE CHEMICAL LABORATORY. 2<sup>nd</sup>. Edition. Manufacturing Chemists Association. Ven Nostrand Reinhold Company. Manufacturing Chemists Association. Appendix 4.
- 20.- TESIS: "ESTUDIO DE LOS RESIDUOS DEL CROMO GENERADOS EN QUÍMICA ORGÁNICA EXPERIMENTAL: ALTERNATIVAS DE REUSO". Miguel Angel Martínez Suárez, Nov. 1997.

# APÉNDICE



incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;

V. Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

VI. Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;

VII. Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

VIII. Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;

IX. Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;

X. Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;

XI. Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho periodo, y

XII. Las demás previstas en el reglamento y en otras disposiciones aplicables.

### CAPITULO III

#### Del manejo de residuos peligrosos

**ARTICULO 9o.-** Para los efectos del reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

**ARTICULO 10.-** Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, trans-

porte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, así como para prestar servicios en dichas operaciones sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo.

**ARTICULO 11.-** En el caso de instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, previamente a la obtención a la autorización a que se refiere el artículo anterior, el responsable del proyecto de obra respectivo deberá presentar a la Secretaría la manifestación de impacto ambiental prevista en el artículo 28 de la Ley, de conformidad con el procedimiento señalado en el Reglamento de Impacto Ambiental.

**ARTICULO 12.-** Las personas autorizadas conforme al artículo 10 de este reglamento, deberán presentar, previo al inicio de sus operaciones:

I. Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste;

II. Documentación que acredite al responsable técnico, y

III. Un programa para atención a contingencias.

**ARTICULO 13.-** El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo. Estas empresas deberán contar con autorización previa de la Secretaría y serán responsables, por lo que toca a la operación de manejo en la que intervengan, del cumplimiento de lo dispuesto en el reglamento y en las normas técnicas ecológicas que de él se deriven.

**ARTICULO 14.-** Para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, el generador deberá envasarlos de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso, en envases:

I. Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran

ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo, y

II. Identificados, en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes, con el nombre y características del residuo.

**ARTICULO 15.-** Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

I. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

II. Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

III. Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;

IV. Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;

V. Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;

VI. Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos, y

VII. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

**ARTICULO 16.-** Además de lo dispuesto en el artículo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I. No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

II. Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

III. Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora, y

IV. Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

**ARTICULO 17.-** Además de lo dispuesto en el artículo 15, las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I. No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;

II. Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

III. Contar con pararrayos, y

IV. Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

**ARTICULO 18.-** En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

**ARTICULO 19.-** Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

I. Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;

II. En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento, y

III. En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del reglamento.

**ARTICULO 20.-** Queda exceptuado de lo dispuesto en los artículos 15, 16, 17, 18 y 19, fracción III, el almacenamiento de jales. Estos residuos deberán almacenarse conforme a lo que dispongan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 21.-** Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar re-

## SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1994, Que establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, con fundamento en los artículos 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, me permito ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1994, que establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana se publica a efecto de que los interesados dentro de los siguientes 90 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba número 20, 1er. Piso, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06500, México, D.F.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de norma, estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

México, Distrito Federal, a veintiocho de julio de mil novecientos noventa y cuatro.- El Presidente del Comité, Gabriel Quadri de la Torre.- Rúbrica.

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-087-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA CLASIFICACION, SEPARACION, ENVASADO, ALMACENAMIENTO, RECOLECCION, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS QUE SE GENEREN EN ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTEN ATENCION MEDICA, TALES COMO HOSPITALES Y CONSULTORIOS MEDICOS, ASI COMO LABORATORIOS CLINICOS, LABORATORIOS DE PRODUCCION DE BIOLOGICOS, DE ENSEÑANZA Y DE INVESTIGACION, TANTO HUMANOS COMO VETERINARIOS.**

### 1. OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

### 2. CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.