



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DISEÑO DE UN MECANISMO DE GESTIÓN AMBIENTAL
DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS E
IMPLEMENTACION DE LA PRIMERA FASE EN
EL INSTITUTO DE QUIMICA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Q U I M I C O

P R E S E N T A :
VICTOR MANUEL MARTINEZ HERRERA



MEXICO, D.F.



2005

m.348643



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

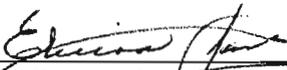
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

Presidente	Profa.	ELVIRA SANTOS SANTOS
Vocal	Prof.	RODOLFO TORRES BARRERA
Secretario	Prof.	VICTOR MANUEL LUNA PABELLO
1er suplente	Profa.	HILDA ELIZABETH CALDERON VILLAGOMEZ
2º suplente	Prof.	ALFONSO DURAN MORENO

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA
Instituto de Química. UNAM
Unidad de Gestión Ambiental, Facultad de Química. UNAM


D^{ca.} Elvira Santos Santos.
ASESORA DEL TEMA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Victor Manuel Martínez Herrera
FECHA: 30/9/05
FIRMA: 


Q. Irma Cruz Gavilán García.
SUPERVISOR TÉCNICO


Victor Manuel Martínez Herrera
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios

Gracias

De todo corazón por estar conmigo Güera, Carmela, Cata, Nelly, por el amor que me han brindado día con día, gracias a eso nunca estoy solo, viven en mi corazón, y lo mas extraño es que aún siendo tan diferente a lo que ustedes esperan, siguen estando siempre ahí, de verdad soy muy afortunado.

A la Dra.Elvira Santos Santos y la Q.Irma Cruz Gavilán García, por todas las enseñanzas que han contribuido en mi formación académica, pero muy en especial por las que han sido de carácter personal.

A la Lic.María Teresa López Minero y su banda, al Lic.Luis Vásquez y familia, la experiencia familiar que me brindaron, ha cambiado mi vida en todos los sentidos, es un honor haberlos conocido.

A todo la gente que ha intervenido de alguna manera u otra a lo largo de mi vida (necesitaría 24 hojas como mínimo para poder referirme a todos, porque gracias a Dios esas personas son muchas), se los agradezco de todo corazón, pero claro, no puedo dejar de mencionar a mis tres grandes hermanos Güero(“no sé bailar”), Jarek(“Auuuch, ni lo menciones”) y Dieguito(“se te acabo el teatro”), y también muy en especial a mi primo Jorgito(“loquillo”), los quiero mucho, espero que lo sepan.

“Choose life. Choose a job. Choose a career. Choose a family. Choose a big television. Choose washing machines, cars, compact disc players....Choose your future. Choose life..... But why would I want to do a thing like that?”

Renton

“Wake me up when the life ends
here comes the rain again
falling from the stars
drenched in my pain again
becoming who I am
As my memory rests
But never forgets what I lost”

Billie Joe

“Run, broccoli, run”

.....

“La salud no se encuentra en los hospitales, se encuentra en la pista de entrenamiento, y hay que correr mucho para alcanzarla”

Lance Armstrong

“El despertar de un sueño de 11 años, realmente puede ser muy difícil, tal vez pierdas 24 kilos de peso en el intento, pero en verdad vale la pena hacerlo, sigue adelante hasta cumplir tus metas, que en realidad son solo pasos para lograr otras muchas cosas y que no puedes visualizar porque primero tienes que limpiar el panorama, no voltees al pasado, los éxitos que has conseguido te pueden hacer pensar que ya has llegado y no continuar, cuando menos te des cuenta lo habrás logrado, just do it.....”

Broccoli

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	
II.1 Breve Reseña	4
II.2 Conceptos Fundamentales	6
II.3 Situación de los Residuos Peligrosos en México	9
CAPÍTULO III: MARCO JURÍDICO	17
III.1 Artículos Ambientales Constitucionales	18
III.2 Las Leyes	20
III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	21
III.2.1.1 Aspectos Regulatorios	23
III.2.1.2 Responsabilidades	24
III.2.1.3 Reuso o Reciclado	24
III.2.1.4 Autorizaciones	25
III.2.1.5 Importación y Exportación	26
III.2.1.6 Elementos Relevantes de la LGEEPA en el Estudio de los Residuos Peligrosos	26
III.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	27
III.3 Los Reglamentos	30
III.3.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos	30
III.3.1.1 Disposiciones Generales	31
III.3.1.2 De la Generación de Residuos Peligrosos	31
III.3.1.3 Del Manejo de Residuos Peligrosos	32
III.3.1.4 De las medidas de Control, Seguridad y Sanciones	33

III.4 Normas Oficiales Mexicanas	34
III.5 Sistema de Notificación	36
III.6 Política Ambiental de los Residuos Peligrosos	37
CAPÍTULO IV: LA GESTIÓN AMBIENTAL Y LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DE INVESTIGACIÓN	
IV.1 Gestión Ambiental	40
IV.2 Instituciones Educativas y de Investigación	42
IV.3 Estrategias para la Gestión Ambiental	44
IV.3.1 Manejo Adecuado de los Residuos Peligrosos en las Instituciones Educativas	44
IV.3.2 Minimización de Residuos Peligrosos	47
CAPÍTULO V: PRIMERA FASE	
V.1 El Instituto de Química	49
V.2 Unidad de Desarrollo Tecnológico	51
V.2.1 Equipo de Seguridad	59
V.2.2 Inventario	59
V.2.3 Clasificación de Materiales y Residuos en Peligrosos e Inocuos	60
V.2.3.1 Materiales y Residuos Conocidos	60
V.2.3.2 Residuos Desconocidos	63
V.2.4 Manejo	63
V.2.4.1 Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos Conocidos	63
V.2.4.1.1 Reciclaje	64

V.2.4.1.2 Reuso	64
V.2.4.1.3 Tratamiento	65
V.2.4.1.4 Incineración	68
V.2.4.1.5 Confinamiento	73
V.2.4.2 Manejo de Residuos Peligrosos Desconocidos	74
V.2.4.3 Manejo de Recipientes Contaminados	75
CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
VI.1 Inventario y clasificación	76
VI.2 Manejo	77
VI.3 Situación de la UDT después de la Implementación de la Primera Fase	78
VI.4 Segunda Fase: Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos en el Instituto de Química	81
VI.5 Tercera Fase	86
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	
87	
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	
89	

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Como planteamiento del proyecto se contempla el desafío que tienen las nuevas generaciones para adaptarse a los procesos de transformación continua en todos los ámbitos. Además deben trascender las barreras artificiales de sus respectivas disciplinas para analizar enfoques multidisciplinarios, que les permitan conocer y manejar integral y creativamente difíciles problemas como los ambientales, que enfrenta la sociedad y así avanzar hacia un progreso sustentable.

Estamos viviendo tiempos de profundos cambios, tanto en el contexto nacional como en el internacional. La transformación del país en todos sus órdenes requiere de una Universidad Nacional más positiva, más dinámica, promotora activa del cambio, generadora y rectora del saber y del quehacer científico y cultural, formadora de los recursos humanos que el país demanda.

En este proceso de transformación las Universidades tiene un papel determinante, ya que deben formar los recursos humanos que la sociedad necesita, contribuir al desarrollo de nuevas habilidades en la práctica profesional, tales como la selección y análisis de información, el trabajo en equipo, la disposición al aprendizaje continuo, el manejo de idiomas, la creatividad e innovación para la solución de problemas, generar los conocimientos y la información necesarios para tomar decisiones y sin duda, contribuir a preservar y enriquecer los valores sociales y culturales.

Así la Universidad Nacional Autónoma de México debe de crear el diagrama del México moderno en todos sus órdenes. Este proyecto es un claro ejemplo de un reto en la creación de una nueva cultura hacia el cuidado del ambiente.

En ese sentido, el Instituto de Química de la UNAM, tiene que transformarse a sí mismo, para mantener su liderazgo y responder a las expectativas de la sociedad. El compromiso social al saber manejar adecuadamente los materiales y residuos peligrosos, y el liderazgo académico, al propiciar el desarrollo de proyectos ambientales, respondiendo así a los problemas que el país y el mismo Instituto tengan en esta materia.

Asimismo el objetivo principal planteado para este proyecto, es el de Diseñar un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos en el Instituto de Química, que después deberán de implementar, resolviendo así la problemática que actualmente vive el Instituto en esa área, el cual responda a la normatividad establecida.

Toda vez que el principal problema se deriva de la falta de este mecanismo, resultando en la acumulación de materiales y residuos peligrosos en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), tanto en el interior como en el exterior, generando un riesgo potencial, aunado a la falta de un cumplimiento normativo.

Por eso la imperiosa necesidad de implementar como **primera fase** el trabajo en la UDT, para dar gestión a estos pasivos ambientales acumulados, y derivado de esto la minimización del riesgo existente.

Se considera que no se tendría una solución real si solo se trabaja con los residuos acumulados, pues resultaría siendo una alternativa temporal, es así que la **segunda fase** de este trabajo consiste en realizar el Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos.

Una vez elaborado este, se propone el llevar acabo una **tercera fase**, que consistirá en la implementación del mecanismo propuesto, y así crear una opción real para promover una solución sustentable que ataque el problema de raíz.

Este trabajo esta formado por siete capítulos. Donde el primer capítulo lo constituye la introducción, explicando el motivo de la realización de este trabajo.

En el capítulo II se describen algunos problemas generados de la mala disposición de los residuos peligrosos, conceptos básicos para el desarrollo del presente proyecto, y la situación que presenta el país en relación con estos residuos en cuanto a la generación, manejo, infraestructura, entre otros aspectos relevantes.

En el capítulo III se expone el Marco Jurídico que involucra a los residuos peligrosos, además de la política ambiental de este tipo de residuos en México.

En el capítulo IV se presenta un breve contexto de la gestión ambiental, y como se presenta esta en las Instituciones Educativas y de Investigación, así como las formas adecuadas para el manejo y la importancia de las prácticas de minimización, todo esto en el marco de los materiales y residuos peligrosos.

El diseño y la implementación de la primera fase en la Unidad de Desarrollo Tecnológico, en donde se busca el manejo adecuado de los pasivos ambientales que ahí se encontraban, se expone en el capítulo V.

En el capítulo VI se presentan los resultados de la primera fase, además del Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos para el Instituto de Química, que deberá ser implementado para responder al problema que vive el Instituto en esta área.

Finalmente las conclusiones mas importantes derivadas de la realización de este trabajo, y el material bibliográfico utilizado en el mismo, se contemplan en los capítulos VII y VIII respectivamente.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

II.1 Breve Reseña

Durante las últimas décadas ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos, principalmente los denominados peligrosos. Esta preocupación nació a raíz de la industrialización de los países, quienes tuvieron, y aún tienen que encarar problemas de contaminación del medio ambiente y sus consecuentes efectos adversos en la salud pública, debido a la disposición inadecuada de los residuos industriales.

Las implicaciones que la disposición inadecuada de los residuos peligrosos tiene para la salud y el bienestar público, así como para el ambiente, han quedado ampliamente evidenciadas por sucesos que pusieron en relieve que es más costoso remediar que prevenir. Con la idea de tener un panorama más clara de esto, se citan a continuación algunos casos ocurridos en distintos países, en donde debido a la falta de un control y legislación por parte de los que generaban residuos peligrosos, se sucedieron hechos lamentables.

El primero de ellos lo ubicamos en New York, Estados Unidos; en 1892 se inició la construcción de un canal que conectaría la parte alta y baja del río Niagara, sin embargo, por cuestiones económicas este trabajo se interrumpió, ocupándose el terreno como depósito de desechos municipales, hasta que fue adquirido por la compañía Hooker Chemicals, quien lo utilizó a partir de 1942 para verter 20,000 toneladas de residuos peligrosos, especialmente sustancias organocloradas. Después de rellenar el canal con arcilla en 1953, se construyó sobre este, una escuela y una unidad habitacional que constituyeron la comunidad de Love Canal; con el paso del tiempo, se presentaron diversas alteraciones a la salud de los residentes, como un alto índice de abortos, muerte súbita infantil, malformaciones congénitas, bajo peso en recién nacidos, incidencia de enfermedades urinarias y colapsos nerviosos, a raíz de esto y de la presión pública provocada por la comunidad, el Presidente J.Carter ordenó la evacuación del área en 1980.(1)

También en los Estados Unidos, entre 1964 y 1972 una industria fabricante de plaguicidas, enterró en trincheras de un tiradero de basura alrededor de 300,000 barriles de residuos sólidos en Tennessee, y en 1975 los residentes del área se alarmaron por el olor desagradable y el sabor del agua de los pozos de abastecimiento, y empezaron a manifestar irritación en la piel y los ojos, debilidad de las extremidades, síntomas gastrointestinales severos que incluyen náuseas y diarrea, así como cólicos estomacales. El análisis del agua mostró concentraciones elevadas de tetracloruro de carbono y pequeñas cantidades de otros compuestos orgánicos enterrados por la empresa. Treinta y seis personas fueron sometidas a pruebas hepáticas, ya que el hígado es el órgano afectado por el tetracloruro de carbono. Se encontró un engrosamiento del órgano y funcionamiento alterado. Este y otros casos similares, llevaron a emitir la legislación estadounidense sobre residuos peligrosos en 1976.(2)

En Londres Inglaterra, eran famosas las nieblas sulfurosas existentes durante los años entre 1952 y 1962, producidas por las fábricas londinenses de aquella época, que demostraron que el brusco y considerable aumento de concentraciones de contaminantes como el dióxido de azufre, va íntimamente relacionado con el aumento de la mortalidad, siendo principalmente los más afectados las personas mayores y los niños, así como aquellas que padecen de obstrucción pulmonar crónica y/o dolencias cardíacas. En el mes de diciembre de 1952, después del cuarto día de niebla sulfurosa, se produjeron 4,700 fallecimientos, el incremento de muertes por bronquitis fue lo que más contribuyó al índice de mortandad, aumentando también el número de enfermedades del corazón, que podría ser consecuencia del esfuerzo suplementario del corazón, para contrarrestar el deterioro de las funciones respiratorias.(3)

En la década de los años de 1960 tuvo resonancia mundial un episodio en una población Japonesa ubicada en la Bahía de Minamata, por la intoxicación con mercurio, que se gestó durante años por el vertimiento del mercurio utilizado como catalizador en una planta industrial. Este metal fue biotransformado en un compuesto altamente tóxico: el metil-mercurio, por las bacterias marinas y acumulado por el plancton que es fuente de alimento de crustáceos, mariscos y peces, altamente apreciados como alimentos en ese país y que fueron consumidos por las poblaciones afectadas. Quienes ingirieron el metil-mercurio desarrollaron síntomas neurológicos severos, tales como visión borrosa, pérdida de la audición y dificultades para mantenerse de pie y caminar, pero los niños expuestos durante su gestación fueron los más

afectados, y nacieron con un síndrome caracterizado por desarrollo psicomotor retardado. Las consecuencias para la empresa responsable del suceso, así como para el gobierno de Japón, fueron considerables dadas las indemnizaciones que ha habido que pagar a quienes se vieron afectados.(2)

Lo anterior ha traído consigo grandes costos, desde las pérdidas humanas o daños a la salud, hasta la perspectiva de la eliminación de la capacidad de los suelos de sustentar los procesos de degradación de la materia orgánica, por la destrucción de los organismos encargados de ello, así como de su fertilidad y viabilidad de ser habitables, o bien desde la perspectiva del deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento subterráneas o superficiales y el deterioro de la calidad del aire. A esos costos se suman los del monitoreo de contaminantes para determinar la magnitud del problema y priorizar las acciones de remediación.

Las demandas por parte de la población, han contribuido a responder favorablemente a la disminución de los problemas de los residuos peligrosos, a partir de la elaboración y desarrollo de legislaciones que permitieran prevenirlos.

La reorganización de las prácticas en el manejo de los residuos peligrosos que se llevaban acabo en esas épocas, ha permitido la implementación de diferentes maniobras de control de los mismos, y a desencadenando esto, en perspectivas hacia un desarrollo sustentable, en el sentido de que los recursos naturales puedan satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer o disminuir las oportunidades de desarrollo de las generaciones futuras.

II.2 Conceptos Fundamentales

En la década de los ochenta surge la legislación de residuos peligrosos en América Latina, encabezada por Brasil, Colombia, México y Venezuela. Estas naciones vienen aplicando en mayor o menor grado estrategias propias en el manejo de sus residuos peligrosos.(4)

En México, se promulga la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, y enmendada en diciembre de 1996, que en el artículo 3ro. del Título Primero establece: (5)

Materiales peligrosos. Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezcla de ellos, que en cualquier estado físico representan un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. (Características CRETIB).

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuo Peligroso. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para equilibrio ecológico o el medio ambiente.

Si comparamos este último concepto con el primero, surgen dos confusiones, la primera en relación con las implicaciones que presentan los residuos peligrosos para el equilibrio ecológico y el medio ambiente, y en el caso de los materiales peligrosos, estas se presentan para el medio ambiente, la salud o los recursos naturales, debería decir lo mismo en este rubro en las dos definiciones y no cambiar equilibrio ecológico, por salud y medio ambiente; la otra es al sustituir riesgo por peligro, en una y otra respectivamente, estos términos tienen significados diferentes, los cuales se presentan a continuación.

Peligro. Es la propiedad intrínseca o inherente de las sustancias o agentes biológicos contenidos en los residuos, que les dota de características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, mediante las cuales pueden dañar, contaminar o matar organismos.(6)

Riesgo. Es la probabilidad de que un material peligroso produzca un efecto adverso dañino cuyo impacto dependerá de su exposición y su toxicidad.(2)

Cabe señalar en este punto que las personas involucradas en la gestión de los residuos peligrosos, requieren tener conocimiento de estos dos términos, y que el propósito de su gestión sea precisamente prevenir o reducir dichos riesgos a la salud y al ambiente.

En el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003, se publica la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGP y GIR), en la cual en el Título Primero, artículo quinto se establece: (7)

Material: sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que estos generan.

Residuo: material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta ley.

Esta Ley hace una clara diferenciación en lo que se refiere a un material y a un residuo peligroso, en contraste con la LGEEPA en donde no se presentan claramente estas diferencias; así en la LGP y GIR se establece entre otros aspectos lo referente a las disposiciones necesarias para un manejo integral de los residuos, y para el caso de los materiales para fines prácticos, se plantean como componentes de estos residuos.

Pero sigue existiendo una gran laguna jurídica cuando se trata de precisar el marco jurídico que regula a los materiales peligrosos, tal deficiencia puede llegar a generar grandes confusiones, lo anterior se da en virtud de que al no contar con una reglamentación precisa para estos materiales, éstos son normados dentro del reglamento previsto para los residuos peligrosos, sin hacer una diferenciación para cada uno de ellos, no obstante que la desigualdad entre ambos sea evidente.

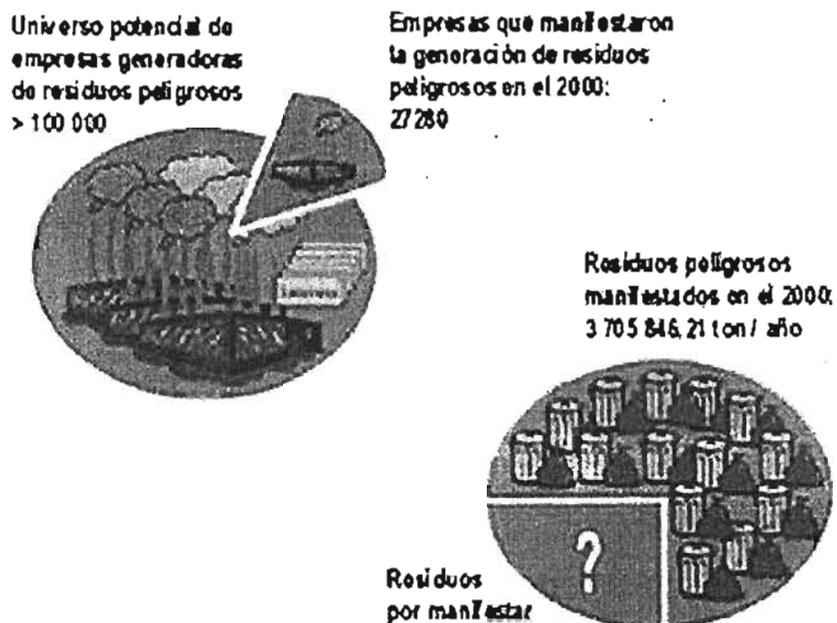
Ello es así toda vez que los diferentes ordenamientos que regulan a los residuos peligrosos incluyen disposiciones aplicables a los materiales peligrosos, sin hacer una debida distinción entre uno y otros, como es el caso de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en donde se desprende del título tercero, capítulo sexto, lo referente a los materiales y residuos peligrosos, estableciendo para tal efecto disposiciones para ambos casos, ubicándolos dentro de un mismo rubro dadas sus características de peligrosidad, sin que con ello se dejen claramente establecidas las diferencias entre uno y otro.

II.3 Situación de los Residuos Peligrosos en México

En la medida en que se cuente con información de calidad, las estrategias y programas encaminados a resolver los problemas relacionados con estos residuos, estarán mejor sustentados y tendrán mayores probabilidades de éxito. En ese sentido, es fundamental contar con información confiable y actualizada acerca de la situación de los residuos peligrosos del país. Las únicas estimaciones en torno a la generación de residuos peligrosos en México, proceden de las propias empresas que los producen. Por normatividad, éstas deben identificar si los residuos que originan son peligrosos o no, en cuyo caso deben dar parte a las autoridades respectivas.

Así un total de 27 280 empresas han manifestado la generación de residuos peligrosos, una cantidad entre tres y diez veces superior no lo hace, Figura 2.1, de cualquier forma, se estima que estas industrias producen una fracción pequeña del universo total de los residuos peligrosos en México. Con base en las cifras de las empresas que manifestaron generar este tipo de residuos en el 2000, se estima que el volumen total anual es de aproximadamente 3,705,846 toneladas en promedio. Los estados de la frontera norte contribuyeron con el 9.25% del total, la zona norte del país con 1.5%, la centro con 71.66%, los estados del golfo con 14.02% y el sureste con 3.55%. La generación manifestada para Guanajuato e Hidalgo son de 32.9% y 11.2% respectivamente, tal vez porque hallan sido incluidos los residuos de los jales mineros se presentan muy altas. El Distrito Federal reporta generar casi el 18% de los residuos totales del país, le siguen los estados de Nuevo León, México y Tamaulipas. El mayor número de empresas que manifestaron generar residuos peligrosos, se presenta en el Estado de México, Distrito Federal, Baja California y Jalisco.(8)

Figura 2.1 Universo potencial de empresas generadoras de residuos peligrosos



Fuente: SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002.

Algo que cabe precisar, es en relación a las empresas que no manifestaron la generación de residuos peligrosos, aunque en cantidad producida es mucho menor a las que sí reportan, no significa que estos residuos no son de suma importancia, estos también pueden producir daños al medio ambiente, además de que tampoco se tiene el registro de la disposición final de los mismos.

Los residuos peligrosos que se producen en mayor cantidad se encuentran en estado sólido, una categoría que abarca gran diversidad de elementos provenientes de las industrias textil, peletera, del asbesto, autopartes y otras. A continuación se encuentran los residuos líquidos generados durante el proceso de elaboración de sustancias químicas, derivados del petróleo y el carbón, hule y plástico, así como de la industria textil, del cuero y de minerales no metálicos. Los aceites usados les siguen en abundancia, generados por los servicios de mantenimiento y reparación de maquinaria de todos los giros industriales, así como en transportes. En el siguiente orden están las escorias, son muy abundantes, siendo principalmente

generadas por las industrias de productos metálicos, maquinaria y equipo; otro rubro importante es el de los disolventes usados, se generan prácticamente en todos los sectores industriales, entre otros, para la limpieza de maquinarias y equipos, así como en los procesos de la industria química básica.(8)

En cuanto a la importación y exportación de los residuos peligrosos, son practicas muy importantes dentro de la gestión de los mismos; de acuerdo al concepto de residuo que se enunció anteriormente, la calidad de este no permite que pueda ser reutilizado en el proceso que lo generó, pero si para alguien puede ser un residuo para otro ya no, porque este puede ser usado como materia prima en otro proceso, por ejemplo, estas practicas son muy comunes dentro de la importación y exportación de residuos peligrosos, esto conlleva a mantener una buena legislación y control de la entrada y salida de residuos peligrosos en nuestro país, si se tiene una vigilancia confiable de esto, se tendrán mejores resultados y por consiguiente una mejor gestión de este tipo de residuos.

En la legislación ambiental mexicana (Ley general del Equilibrio Ecológico y el Reglamento de la misma en materia de Residuos Peligrosos) se prohíbe la importación de Residuos Peligrosos para su confinamiento final, pero permite la entrada de residuos peligrosos de otros países a territorio mexicano, si tienen como fin su reuso o recuperación; esto ha permitido que México reciba en forma creciente residuos peligrosos de Estados Unidos y países Europeos. A continuación, se presentan las Tablas 2.1 y 2.2, correspondientes a importación y exportación de los residuos peligrosos entre los años de 1996 a 2001:

Tabla 2.1 Importación de Residuos Peligrosos, 1996-2001, (Toneladas).

Tipo de Residuo	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Residuos sólidos	203,857	169,300	195,360	201,080	209,350	196,600
Tambores	1247	1459	70	10	20	20
Residuos Líquidos	21291	48000	84000	53400	52500	57000

Tabla 2.2 Exportación de residuos Peligrosos, 1996-2001, (Toneladas).

Tipo de Residuo	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Residuos Sólidos	1808	6607	8193	1827	1938	4402
Residuos Líquidos	101	9	37	0	1	29
Etilenos Policlorados	627	824	551	1333	3211	5561
Residuos Hexaclorados	2500	2500	0	0	10,000	50
Baterías	Nd	Nd	4550	0	3	20
Recortes de Perforación	Nd	Nd	500	30,000	64,335	186,600

Nd / No declarado

Fuente: SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002.

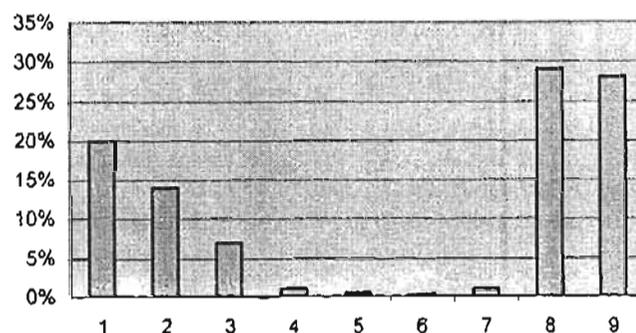
Cabe señalar, que en los países industrializados, las normas y regulaciones aplicables a la generación y manejo de este tipo de residuos, son cada vez más estrictas, y por tanto, se observa una escalada exponencial de los costos asociados a su manejo ambientalmente seguro. Al incrementarse los costos del manejo de residuos peligrosos dentro de los mercados nacionales, se crean condiciones económicas propicias para el movimiento transfronterizo, las cuales tienen que ver entre otros factores, con las distintas capacidades de confinamiento o incineración presentes en cada país, existencia de mercados de materias primas secundarias, generación de productos por la utilización del reciclaje, costos relativos de transporte, incluyendo la posibilidad de enviar residuos hacia instalaciones más cercanas a la fuente en territorio de países vecinos, y distintas circunstancias normativas y de identificación de responsabilidades a futuro. Dentro de este movimiento lícito, frecuentemente, los residuos peligrosos que se exportan e importan, son aquellos cuyo manejo resulta sumamente costoso.

La opción más barata puede ser disponer los residuos peligrosos en sitios donde no existan las capacidades regulatorias que lo impidan, lo que reduce el costo de manejo tan sólo al precio del transporte. Esta es la causa de un creciente tráfico ilícito de residuos peligrosos hacia países y regiones subdesarrolladas, donde provocan enormes daños a los ecosistemas y a la salud humana.(9)

En cuanto al manejo adecuado de los residuos peligrosos, existen cinco opciones: reuso, reciclaje, tratamiento, incineración (tratamiento térmico) y confinamiento. De acuerdo con los reportes de las empresas que se dedican al manejo de estos residuos, el tratamiento es la opción que cuenta con una mayor capacidad instalada en el país. La diferencia entre la producción y el manejo de estos residuos se ha acortado, debido a la creciente capacidad que tiene el país para su tratamiento. Sin embargo, se estima que tan sólo el 10% de los desechos recibe un manejo adecuado. El aceite lubricante gastado y las soluciones ácidas, son los residuos peligrosos que se reciclan en mayor cantidad. Se presenta a continuación la Gráfica 2.1 y los valores correspondientes, a los principales residuos reciclados en México.(8)

Gráfica 2.1 Principales Residuos Peligrosos Reciclados en México, 2001

1. Tambores	20%
2. Reciclaje Energético	14%
3. Metales	7%
4. Elaboración de Combustible Alterno	1%
5. Solventes	0.50%
6. Pinturas	0.30%
7. Líquido Fijador	1%
8. Aceite Lubricante Gastado	29%
9. Soluciones Ácidas	28%



Fuente: SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002.

La infraestructura autorizada para el manejo de residuos peligrosos en el país, se encuentra localizada principalmente en la zona centro del país (Estado de México y D.F.), mientras que hay estados que no tienen infraestructura. Si comparamos la distribución geográfica de la infraestructura instalada con las fuentes de generación, se puede observar que los estados que mayor generación reportan no tienen el mayor número de empresas, lo cual señala que es necesario prestar atención a la localización de las empresas prestadoras de los servicios.(8)

La falta de infraestructura de servicios para el manejo ambiental de los residuos peligrosos, asociada a conductas irresponsables, ha traído consigo que gran número de estos residuos se viertan al drenaje, en barrancas, en tiraderos de basura a cielo abierto o se encuentren almacenados en condiciones inapropiadas en empresas que están operando, e incluso en instalaciones industriales o de servicios abandonadas. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), se han dado a la tarea de promover estudios para contar con un diagnóstico nacional en la materia. Por ahora la mayor parte de la información acerca de estos sitios ha sido obtenida a través de la actividad de verificación o de auditorías ambientales, de las denuncias ciudadanas, de la ocurrencia de incidentes desafortunados de afectación, muerte de seres humanos expuestos a residuos peligrosos abandonados o bien de los medios de información.(9)

En la Tabla 2.3, se describe cuáles son los principales residuos peligrosos que la PROFEPA, ha encontrado en los sitios en los que han sido abandonados, mientras que en la Tabla 2.4 se mencionan los casos recabados por el INE en el mismo sentido.

Tabla 2.3 Sitios Abandonados e Ilegales con Residuos Peligrosos

Estado	No.de sitios	Principales residuos
Baja California	8	Solventes, metales pesados, polvo de fundición, aceites
Baja California Sur	2	Jales, escoria de fundición
Campeche	4	Lodos de perforación
Chiapas	17	Plaguicidas, hidrocarburos, residuos hospitalarios, solventes
Chihuahua	13	Hidrocarburos, aceites gastados
Durango	3	Hidrocarburos, insecticidas
Estado de México	10	Escorias de fundición, biológico-infecciosos, compuestos químicos
Hidalgo	6	Escorias de fundición

Jalisco	7	Tierras de blanqueo, lodos, residuos de baterías, tierra contaminada con diesel y combustible
Morelos	1	Tambores metálicos vacíos y llenos sin identificación
Nayarit	5	Residuos hospitalarios, jales, hidrocarburos
Nuevo León	22	Escoria de fundición, aluminio, plomo, cadmio, níquel, aceite, cianuros, hidrocarburos
Oaxaca	1	Industriales peligrosos
San Luis Potosí	10	Residuos hospitalarios, asbesto, escoria de fundición, níquel, lodos, botes de pintura
Sinaloa	4	Envases de agroquímicos
Tamaulipas	8	Escoria de fundición, aceites, arena sílica, fenoles, recipientes vacíos
Veracruz	8	Biológico-infecciosos, azufre
Zacatecas	9	Jales, metales pesados, reactivos químicos

Fuente: PROFEPA. Informe trianual. 1995-1997, 1998.

Tabla 2.4 Relación de Sitios Afectados por Disposición Inadecuada de Residuos Peligrosos

Municipio o Delegación	Estado	Tipo de contaminantes o residuos peligrosos abandonados
Azcapotzalco	Distrito Federal	Hidrocarburos, BPC's
Tijuana	Baja California	Plomo (Pb)
Saltillo	Coahuila	Diesel
Tultitlán	México	Ácido fosfórico, tripolifosfato
San Francisco del Rincón	Guanajuato	Cromo (Cr)
Tula	Hidalgo	Catalizadores
Guadalajara	Jalisco	Hidrocarburos
Santa Catarina	Nuevo León	Combustóleo
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Plomo (Pb) y arsénico (As)
Coatzacoalcos	Veracruz	Plomo (Pb)
Tultitlán	México	Cromo (Cr)
Miguel Hidalgo	Distrito Federal	Disolventes y metales pesados
Ecatepec	México	Hidrocarburos y metales pesados
Coatzacoalcos	Veracruz	Fosfoyeso
Progreso	Yucatán	Gasolina y diesel
Cumobabi	Sonora	Plomo y cadmio
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Plomo
Monterrey	Nuevo León	Plomo

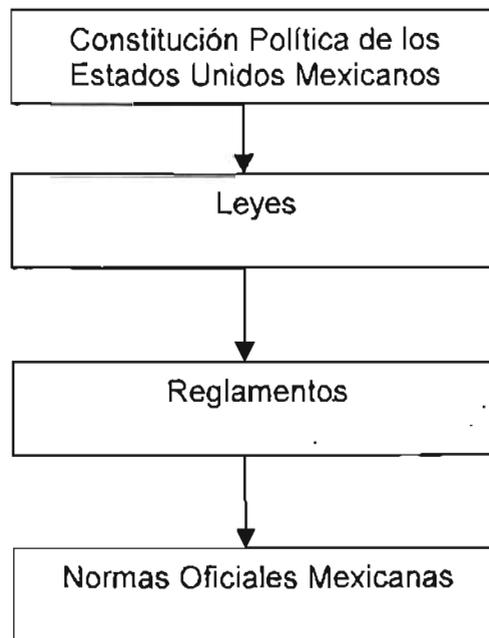
Fuente: INE. Informe Anual. 1996.

CAPÍTULO III

MARCO JURÍDICO

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 por el Congreso Constituyente 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.(10)

Marco Jurídico: Es el conjunto de actos normativos, que en relación a la estricta jerarquía de orden constitucional, influyen en uno o más procesos del orden social.(11)



Quienes generen y manejen residuos peligrosos en México están obligados a conocer cuáles son las disposiciones jurídicas que aplican en la materia y cuáles son las dependencias del gobierno responsables del establecimiento de dichas disposiciones y de la vigilancia de su cumplimiento. Asimismo, y derivado de ese conocimiento, deben de poner en práctica dichas disposiciones para prevenir riesgos a la salud y al ambiente como consecuencia del manejo de los residuos peligrosos.

En nuestro país, la regulación y el control tanto del manejo de los materiales y residuos peligrosos está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de dos órganos desconcentrados: el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), así como de otras secretarías con competencia en la materia, entre las que destacan: la Secretaría de Salud (SS), del Trabajo y Previsión Social (STPS), de Comunicaciones y Transportes (SCT) y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA), en lo que concierne a los plaguicidas.

III.1 Artículos Ambientales Constitucionales

El fundamento constitucional para la creación de normas encaminadas a la protección del ambiente, se encuentra establecido en varios artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los cuales se enuncian a continuación: (12)

- Artículo 4º, párrafo cuarto.

“Toda persona tiene derecho a la salud.”

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.”

En ese sentido, el derecho a la salud, forma parte estructural del listado de garantías individuales, pues todo ser humano tiene ese derecho, y en México, en los niveles federal y estatal, es obligación del Estado conforme a las leyes, prestar los servicios necesarios para preservar y proteger la salud de sus habitantes. Esta garantía no sólo se refiere a ser atendida médicamente en caso de enfermedad, debe comprender también la medicina preventiva, como el recibir ayuda para evitar las enfermedades; se debe brindar educación en materia médica a la población, con el objetivo de obtener el conocimiento de aquello que deteriora la salud y las formas de cómo evitarlo. Y un derecho cada día más importante para la humanidad: gozar de un ambiente sano y preservarlo de la contaminación para la sociedad contemporánea y para generaciones posteriores.

- Artículo 25, párrafo sexto.

“Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”.

El Estado apoyará e impulsará a las empresas con igualdad social y productiva, cuidando la debida utilización y conservación de los recursos y protegiendo al ambiente. El Estado es el impulsor de la actividad económica y vigilante del aprovechamiento útil y racional de los recursos. Conforme a este precepto, la actividad industrial tiene como condición, que los procesos productivos que involucre, tengan como premisa fundamental la conservación y el cuidado del ambiente, estando el Estado facultado para imponer las modalidades de control que se requieran para este fin.

- Artículo 27, párrafo tercero.

“La nación tendrá en todo tiempo el derecho a regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país, y el mejoramiento de las condiciones de la población rural y urbana... En consecuencia se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de regular obras públicas, de planear y de regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”.

Por reformas de 1987, se adicionó el párrafo tercero (12), atribuyendo al Estado la obligación de preservar y restaurar el equilibrio ecológico, función de alta prioridad, ya que el hombre debe vivir en un ambiente propicio para conservar sus facultades y la salud.

Al hombre, a la sociedad, a los Estados y a la Comunidad Internacional les corresponde atacar el grave fenómeno de la contaminación y restaurar las condiciones de bienestar ambiental que la vida requiere, vinculado íntimamente a la calidad de vida y a la existencia misma de los seres humanos.

- Artículo 73, Fracción XXIX-G.

“El Congreso de la Unión tiene facultad: Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico”.

Por enmienda publicada en el Diario Oficial del 6 de julio de 1971, se adicionó la fracción 19 con el inciso G (13), para otorgar al Congreso la facultad de legislar sobre protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico. En este caso atribuye concurrentemente al gobierno federal, a los gobiernos de los estados y a los municipios colaborar en tan importante labor. Sólo una adecuada planeación para un crecimiento sustentable, podrá permitir a largo plazo ir resolviendo problemas tan agudos y tan importantes para la existencia de la vida en el ámbito ambiental.

Con base en los anteriores preceptos constitucionales, el 28 de enero de 1988 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que es el marco jurídico que define las regulaciones en materia de residuos peligrosos.

De esta ley se desprenden 5 reglamentos, de los cuales, el de mayor interés para el presente estudio es el Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

En la siguiente escala del marco jurídico se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos Peligrosos.

III.2 Las Leyes

Colocadas en el siguiente 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. 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.(10)

III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

El marco jurídico que define las regulaciones en materia de residuos peligrosos, está señalado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que en su artículo 1º establece: (5)

"La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre la que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción..."

La reforma a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de diciembre de 1996, la cual consta de 204 artículos acompañados de disposiciones bis y el contenido de la misma se encuentra dividida en los siguientes rubros:

- Título Primero: Disposiciones Generales.
- Título Segundo: Biodiversidad.
- Título Tercero: Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales.
- Título Cuarto: Protección al Ambiente.
- Título Quinto: Participación Social e Información Ambiental.
- Título Sexto: Medidas de Control y Seguridad y Sanciones.

Los residuos peligrosos se encuentran regulados específicamente en los artículos: 3°, 5°, 7°, 8°, 10, 11, 15, 16, 18, 21, 22, 28, 37, 37 bis, 38, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 150, 151, 151 bis y 153 de LGEEPA.

Así también es importante destacar que esta Ley ecológica contiene definiciones, mismas que vienen a ser el marco conceptual establecida en dicho ordenamiento, y al respecto, es destacable asentar las que se considera como las más relevantes de la materia.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores, de carácter ambiental, económico y social, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Emergencia ecológica: situación derivada de las actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.

Las disposiciones de esta Ley, son consideradas como de orden público e interés social, y tienen como objeto propiciar el desarrollo sustentable, entre otros a través de:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.
- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.
- La preservación y protección de la biodiversidad.
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental.
- El establecimiento de medidas de control y seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

III.2.1.1 Aspectos Regulatorios

La Ley establece la regulación del manejo de los materiales y residuos peligrosos, y esta incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Indica, también, que el Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que se expidan al respecto, contendrán los criterios y listados que los clasifiquen, identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes, atribuyendo a la SEMARNAT su regulación.

Asimismo, señala que esta Secretaría (SEMARNAT) expedirá las Normas Oficiales Mexicanas, en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgos e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas; previa opinión de las Secretarías de Comercio, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, y de Gobernación.

III.2.1.2 Responsabilidades

La Ley establece que la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos, con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

III.2.1.3 Reuso o Reciclado

La Ley hace manifiesto que la Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reuso o reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que se expidan, deberá establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico.

Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro de un mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley.

En el caso de que los residuos sean transportados a un predio distinto en el que se generaron, se estará sujeto además a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría.

III.2.1.4 Autorizaciones

Requiere de autorización previa de la Secretaría:

- La prestación de servicios a terceros, que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.
- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía mediante su incineración.
- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reuso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación donde se generaron dichos residuos.
- En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán, los que no puedan ser técnica y económicamente sujetos a reuso, reciclamiento o destrucción térmica, y no se permitirá el confinamiento de residuos líquidos.

III.2.1.5 Importación y Exportación

La Ley establece que únicamente podrá autorizarse la importación de residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reuso, cuando su utilización sea conforme a las Leyes, Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones vigentes.

No podrá autorizarse la importación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación, en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría.

La exportación de residuos peligrosos deberá negarse cuando se contemple su reimportación al territorio nacional; no exista consentimiento expreso del país receptor o implique un incumplimiento de los compromisos asumidos por México en los Tratados y Convenciones Internacionales en la materia.

III.2.1.6 Elementos Relevantes de la LGEEPA en el Estudio de los Residuos Peligrosos

- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico.
- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes, como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones.
- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.
- La coordinación entre las dependencias, entidades de la administración pública, entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas.
- El sujeto principal de la concertación ecológica son no solamente los individuos, sino también los grupos y organizaciones sociales. El propósito de la concertación de las acciones ecológicas, es reorientar la relación entre la sociedad y la naturaleza.
- El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población.

III.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El 8 de Octubre de 2003, se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGP y GIR). (7)

Esta ley se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la **prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos**, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, además de establecer las bases para:

- Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

- Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.
- Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos.
- Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia.
- Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos.
- Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetara su remediación.
- Regular la importación y exportación de residuos, entre otras.

Además esta Ley establece algunas definiciones muy importantes:

Aprovechamiento de los residuos: conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

Gran generador: persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Manejo integral: las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para

adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Microgenerador: establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Pequeño generador: persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos, y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Plan de manejo: instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.

Producción limpia: proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos.

Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos sólidos urbanos: los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole.

Sitio contaminado: lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de estos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas.

III.3 Los Reglamentos

En tercer 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.(10)

III.3.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos

En el siguiente orden jerárquico de la legislación se encuentra el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos; fue publicado el 25 de noviembre de 1988, y tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en lo que se refiere a Residuos Peligrosos, contiene 63 artículos y su estructura es la siguiente: (14)

Para efectos de este Reglamento se entiende por:

Actividades consideradas altamente riesgosas: Son aquellas que se clasifican como tales porque involucran el manejo de materiales peligrosos, en cantidades y condiciones que pueden propiciar accidentes mayores, y en las que en su ubicación en áreas vulnerables incrementa la posibilidad de que dichos accidentes tengan consecuencias severas.

Almacenamiento: Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se disponen de ellos.

Contenedor: Caja o cilindro móvil en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

Disposición final: Es la acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Generadores: Persona física o moral, que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Manejo: Conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.

Residuos Sólidos Municipales: Son los desechos que resultan de las actividades domésticas, comerciales, y de servicios en pequeña escala, no considerados como peligrosos conforme a la normatividad ambiental vigente.

Residuos Industriales no peligrosos: Son los residuos sólidos que resultan de los procesos industriales y de servicio a gran escala, que no poseen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas.

III.3.1.1 Disposiciones Generales

El Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y su aplicación compete a la Secretaría (SEMARNAT). Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en su aplicación, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

III.3.1.2 De la Generación de Residuos Peligrosos

Quienes pretendan realizar obras o actividades por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, requieren contar con autorización de la Secretaría y deberán señalar los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse, así como sus cantidades.

El generador deberá:

- Inscribirse en el registro correspondiente en la Secretaría.
- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de residuos peligrosos.
- Dar a los residuos peligrosos el manejo previsto en el Reglamento y NOMs.
- Manejar separadamente los residuos incompatibles.
- Envasar sus residuos en recipientes seguros.
- Identificar sus residuos conforme lo señale el Reglamento y NOMs.
- Transportar sus residuos en vehículos autorizados y en forma segura.
- Dar a sus residuos el tratamiento o disposición final correspondientes de acuerdo al Reglamento y NOMs.
- Remitir a la Secretaría un informe semestral en el formato correspondiente.

III.3.1.3 Del Manejo de Residuos Peligrosos

Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, así como para prestar servicios en dichas operaciones; para lo cual se necesita presentar:

- Una manifestación de impacto ambiental.
- Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste.
- Documentación que acredite al responsable técnico.
- Un programa de atención a contingencias.

Estas actividades deben de realizarse conforme lo establecen las disposiciones reglamentarias y normativas en la materia.

El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos autorizadas, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo, y deberá llenar los Manifiestos de Entrega-Transporte-Recepción y entregar las copias correspondientes al transportista, para que éste y la empresa autorizada que los reciba para su manejo como destinatario final, los sellen de recibidos.

El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos, deberán entregar a la SEMARNAT un informe semestral de los residuos que reciban, en el formato correspondiente.

Los vehículos de transporte de residuos peligrosos, registrados ante la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) y autorizados por la Secretaría, sólo podrán usarse para este fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tracto-camiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos. Queda prohibido el transporte de estos residuos por vía aérea.

III.3.1.4 De las Medidas de Control, Seguridad y Sanciones

Las infracciones de carácter administrativo, se harán acreedoras a las siguientes sanciones:

- Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo.
- Clausura temporal o definitiva, parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo, en forma dolosa no se dé a éste el manejo previsto legalmente.
- La Secretaría podrá, también, revocar las autorizaciones que hubiera concedido.

Si no se cumplen con las infracciones impuestas en los plazos previstos, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total exceda veinte mil días de salario mínimo. En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

La Secretaría podrá realizar actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del Reglamento.

Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley y el Reglamento.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

La expedición de Normas es uno de los principios de la política ecológica, y se constituye como un esfuerzo regulatorio para adecuar las conductas de agentes económicos, a los objetivos sociales de la calidad ambiental. La legislación si bien es cierto regula los aspectos relativos a los residuos peligrosos, también es importante destacar que en muchas ocasiones no resulta del todo suficiente el Reglamento que en la materia se expidió, y para suplir esos huecos se encuentran vigentes las Normas Oficiales Mexicanas. Estas son los instrumentos más característicos de regulación directa, destinados a precisar la forma en las que se deben aplicar las disposiciones contenidas en las Leyes, para que los particulares les den cumplimiento, y para quienes verifiquen dicho cumplimiento no lo hagan en términos discrecionales.

Además cabe resaltar que las NOM son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, que establecen reglas, especificaciones, atributos, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a la terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado, y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación. Los obligados por las NOM pueden utilizar la tecnología más adecuada, mientras cumplan con los objetivos y parámetros definidos por ellas.(15)

Las Normas definen el mercado, en tanto que dimensionan las áreas de servicio de manejo de residuos peligrosos abiertas a la actividad empresarial. De esta manera, el volumen de residuos considerados como peligrosos queda limitado en la clasificación previamente establecida en la normatividad respectiva. De igual forma, los criterios y condiciones limitantes que se dictan para la operación de sistemas de tratamiento, reciclaje, incineración y confinamiento, determinan las tecnologías que dominaran el mercado.(16)

Par efecto de lo establecido en la LGEEPA así como el reglamento en la materia, se han publicado ocho NOMs (las NTEs publicadas en el diario Oficial de la Federación (DOF) en 1988, fueron transformadas en 1993 y el 7 de noviembre de 1995 se publicó la NOM relativa al manejo de los residuos biológico-infeccioso) cubriendo lo referido a la Tabla 3.1: (2)

Tabla 3.1 Normas Oficiales Vigentes

NOM-052-ECOL-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-053-ECOL-1993	Que 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-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-93.
NOM-055-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.
NOM-056-ECOL-1993	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-057-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-ECOL-1993	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de los residuos peligrosos.
NOM-087-ECOL-1995	Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental. Instituto Nacional de Ecología. 1996.

III.5 Sistema de Notificación

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, 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, así como sobre 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 reportes de manejo de residuos peligrosos, que a continuación se presentan en la Tabla 3.2: (17)

Tabla 3.2 Manifiestos y Reportes del Manejo de Residuo Peligrosos

Manifiestos para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos
Manifiestos para Casos de Derrame de Residuos Peligrosos por Accidente
Manifiestos para Empresas Generadoras Eventuales de Residuos de Bifenilos Policlorados (BPC's) Provenientes de Equipos Eléctricos
Reporte Mensual de Residuos Peligrosos Confinados en Sitios de Disposición de Final
Reporte Semestral de Residuos Peligrosos Enviados para su Reciclaje, Tratamiento, Incineración o Confinamiento
Reporte Semestral de Residuos Peligrosos Recibidos para su Reciclaje o Tratamiento

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental. Instituto Nacional de Ecología. 1996.

III.6 Política Ambiental de los Residuos Peligrosos

(18) No hay que olvidar que el marco jurídico aplicable en materia de residuos peligrosos esta estrechamente ligado a la política ambiental. Así los elementos mas sobresalientes de la política, en el marco de la gestión ambiental en la materia de residuos peligrosos, que desarrolla el gobierno federal a través de la SEMARNAT destaca en los siguientes principios:

Participación pública: demanda que se informe e involucre al publico a diseñar e instrumentar los sistemas del manejo integral de los residuos.

Proximidad: que plantea que los residuos deberán manejarse tan cerca de la fuente generadora como sea posible, tanto por razones de seguridad como de costos.

Precaución o cautela: centrado en el concepto de que desde la perspectiva ambiental es mejor prevenir que remediar, y en la necesidad de desarrollar medidas de intervención, ante la sospecha de un riesgo significativo para la salud y el ambiente, aun cuando no se cuente con evidencias irrefutables del riesgo.

Quien contamina paga: el cual atribuye la responsabilidad de remediación de los daños o restauración de los sitios contaminados, a quien ocasione tales daños o provoque la contaminación como consecuencia del manejo o disposición inadecuada de los residuos peligrosos.

Reducción en la fuente: implica que se debe minimizar la generación de residuos, tanto en cantidad como en su potencial contaminante.

Inventario del ciclo de vida: demanda que las sustancias y productos se diseñen y manejen de manera que se reduzcan al mínimo sus impactos adversos al ambiente, en cada una de sus fases del ciclo de vida: generación, uso, recuperación o disposición final.

Autosuficiencia: que demanda que se cuente con la infraestructura necesaria para asegurar que los residuos se manejen adecuadamente.

El enfoque de las políticas esta basado en la consideración de que la generación de residuos peligrosos, y la disposición final de aquellos que aún tienen un valor económico, representan entre otros, una pérdida económica y una amenaza para el ambiente y la salud. Dentro de este marco, el mayor énfasis se ha centrado en:

- Impulsar la adopción de procesos de producción mas limpia.
- Desincentivar el uso de materiales peligrosos como insumos de los procesos, para evitar que en ellos se generen residuos peligrosos.
- Crear condiciones que favorezcan el reciclado de las principales corrientes de residuos reciclables.
- Fomentar la identificación de nuevos residuos potencialmente peligrosos.

Aún cuando el éxito de la política ambiental desarrollada genere sus frutos, se seguirá requiriendo de distintas alternativas de tratamiento y de instalaciones de confinamiento, por lo que la misma política promueve:

- La creación de infraestructura que cubra toda la gama de posibilidades antes descrita.
- La racionalización del desarrollo de tal infraestructura, en forma que corresponda a las necesidades de las diversas entidades federativas y regiones del país.
- La consideración de elementos que hagan posible la rentabilidad y sustentabilidad de la operación de las empresas de servicios, al planear el desarrollo de la infraestructura.

En particular se promueve la creación de lugares estratégicos, de Centros o Sistemas de Manejo Integral y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI O SIMARI), los cuales puedan ofrecer una gama diversa de servicios de reciclado, tratamiento e incluso, pero no necesariamente de confinamiento.

En lo que respecta al reciclado, a fin de establecer los planes mas convenientes, se ha identificado la necesidad de considerar una serie de criterios:

- Orientación a los generadores de residuos, que identifique los que sean potencialmente reciclables y los separen de los que no lo son.
- Identificación y promoción de la creación de la infraestructura necesaria (transporte, acopio, empresas recicladoras) para establecer las redes de reciclado.
- Identificación y promoción de los mercados para los productos reciclados.
- Identificación y eliminación de las barreras que se oponen al reciclado.
- Difusión de las oportunidades de reciclado.
- Vinculación entre empresas que puede compartir residuos reciclables.
- Identificación y aplicación de regulaciones e instrumentos económicos que favorezcan el reciclado.
- Desarrollo de programas de capacitación de apoyo a las actividades de reciclado.

Es importante señalar que los países industrializados, les ha llevado mas de veinte años inclinar la balanza hacia un reciclado y la destrucción térmica de los residuos con recuperación de energía, mediante el empleo de una gran variedad de instrumentos de gestión e inversión de recursos, para poder limitar el confinamiento, a un volumen reducido de residuos estabilizados.

Para países que inician la creación de infraestructura en condiciones limitadas de recursos, el desafío consiste en lograr que la mayor parte de los generadores de residuos peligrosos, cumplan con la obligación de dar manejo ambientalmente adecuado a sus residuos, manteniendo al mismo tiempo su competitividad, mediante la oferta de una variedad de modalidades de manejo económico, técnica, ambiental y socialmente aceptables y accesibles.

CAPÍTULO IV

LA GESTIÓN AMBIENTAL Y LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DE INVESTIGACIÓN

IV.1 Gestión Ambiental

Concepto:

Conjunto de decisiones y actividades encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión, relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, a partir de un enfoque interdisciplinario y global, que se orienta al logro de un desarrollo sustentable, a través de procesos de ordenamiento del ambiente.(19)

En los sistemas actuales de adopción de decisiones, se tiende a seguir separando el medio ambiente del ámbito económico, social, político y de planificación. Ello influye en la actuación de todos los grupos de la sociedad, incluidos los gobiernos, la industria y los particulares, esto tiene consecuencias importantes para el desarrollo de cada país. Es necesario efectuar un ajuste, o una reformulación fundamental del proceso de adopción de medidas en esta materia, para que el medio ambiente, realmente sea un tema esencial.

Aunque en los últimos años, se han emprendido reformas de las estructuras institucionales oficiales y se han adoptado modalidades de dialogo para lograr una mejor integración entre el gobierno, la industria, la ciencia, los grupos ecológicos y los particulares, todo esto con el fin de establecer enfoques efectivos relacionados con el medio ambiente, no se ha llegado todavía a establecer el equilibrio real entre el hombre y la naturaleza.

El medio ambiente no es un tema aparte, ni una carga nueva, es una oportunidad de hacer mejor las cosas y debe ser contemplada como un aspecto en todos los ámbitos, por lo que se debe plantear ante todo, a manera de si la acción que se va a emprender es ambientalmente correcta, y si seguiría la siguiente filosofía: (20)

Ecología=Calidad=Productividad=Economía=Rentabilidad

En ese sentido, en lo que se refiere a los residuos peligrosos, la gestión se debe basar en las políticas recientes en esta materia, que privilegian el enfoque preventivo, con base en el conocimiento y en las experiencias al mostrar que es más barato prevenir que remediar, así como la consideración de que se puede llegar a evitar la generación de residuos, estableciendo sistemas de control efectivos que permitan un manejo seguro y ambientalmente adecuado, es por eso necesario plantear una Gestión Integral de los Residuos Peligrosos, y esta consiste en:

Las acciones y los efectos de la administración de los residuos en las distintas fases de su vida, es decir, desde que se generan, importan/exportan, clasifican, envasan, etiquetan, acopian, almacenan, transportan, reusan, reciclan, tratan o confinan, combinando instrumentos y procedimientos.(2)

Un sistema administrativo esta relacionado básicamente, con la toma de decisiones para planear, organizar y dirigir para conseguir sus planes, alcanzando propósitos utilizando los recursos necesarios. Este sistema involucra a un todo unificado que los relaciona con su medio, establece objetivos, desarrolla planes, estrategias y operaciones, mediante el diseño de la estructura que lo conforma, la integración de recursos, establecimiento de procesos de control, así como el desarrollo de mejoras, que le permitan adaptarse e interactuar con el medio en el cual se encuentra.(21)

Así la implementación de un sistema de Gestión ambiental en materia de residuos peligrosos, será un conjunto de acciones encaminadas a conseguir un objetivo, que comprende la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar, implementar y llevar a cabo una cultura ambientalmente amigable.

Un sistema de Gestión ambiental debe estar basado en una serie de conceptos base: (20)

- Cumplimiento de la normatividad.
- Prevención antes de la corrección.
- Minimización de residuos.
- Ahorro de recursos.

- Elaboración de procedimientos operativos.
- Capacitación e informaciones 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.

IV.2 Instituciones Educativas y de Investigación

En el laboratorio se manejan una gran cantidad de reactivos y se efectúan diversas operaciones que conllevan a la generación de residuos, en la mayoría de los casos peligrosos para la salud y el medio ambiente. Los residuos generados en los laboratorios presentan en general las siguientes características, gran variedad, alta peligrosidad y escaso volumen, que hace que su gestión presente una problemática distinta a la de los residuos de origen industrial (volúmenes grandes y con poca diversidad).

Entre la cantidad de residuos que maneja la industria y la diversidad con la que se generan en el laboratorio se establecen grandes diferencias entre estos, sin embargo existe similitud en el tipo de tratamiento químico y puesto que todas las soluciones a escala industrial pasan por ensayos hechos en el laboratorio, es útil realizar algunas consideraciones sobre el manejo de los residuos que se producen en estos.

Unas adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio, implican inevitablemente el control de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

En la fase del diseño del protocolo experimental, debe estudiarse como primera condición, la minimización o reducción de los residuos a producir, en este sentido, hay que tener presente que las técnicas analíticas son cada vez más sensibles, permitiendo utilizar menores cantidades de reactivos.

La adecuada gestión de los residuos en el laboratorio no es solamente una necesidad con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo, sino que constituye una pieza fundamental en la aplicación de criterios de calidad y gestión ambiental. A primera vista todo ello implica un costo añadido, pero es evidente que repercute positivamente, debiendo ser rentable, debido a los beneficios producidos.

Es muy común que en los centros de enseñanza media y media superior, en donde se imparten materias como Química, Física o Biología, se realicen prácticas de laboratorio de las mismas, y en la mayoría de los casos no se ha tenido un control de los residuos peligrosos que en ellos se generen, aunque en algunos casos los esfuerzos se han hecho con las mejores intenciones, la solución no va encaminada a una respuesta real del problema, ya que no se han realizado programas de gestión integral, además de que en la mayoría de los casos no se está familiarizado con las prácticas seguras en el laboratorio y con el concepto de residuo y residuo peligroso y menos aún con su manejo adecuado.

Este tipo de prácticas, repercute directamente en los alumnos, ya que la gestión ambiental de estos residuos, debería de ser un punto primordial para los experimentos, y después cuando llegasen a instancias educativas más adelante o a los centros de trabajo ya se tuvieran los principios básicos en este tema.

En los sistemas de enseñanza superior, la enseñanza experimental generalmente se obtiene por la repetición de procedimientos bien establecidos y perfeccionados durante años, por lo que, se pueden crear fácilmente programas de gestión ambiental, si así se desea, para dar un manejo y disposición adecuados de los residuos que se generen, pero se tienen también muchas veces los mismos problemas que en las estancias educativas anteriormente presentadas.

En lo que se refiere a las instituciones dedicadas a la investigación, la generación de residuos depende de mas factores que los involucrados en la generación de residuos de las instituciones de enseñanza, debido a que en la investigación se realizan actividades que varían de proyecto en proyecto, generando con esto residuos de características y volúmenes únicos para cada tipo de experimento, en cada una de las etapas del mismo y durante el tiempo que éste tenga de duración, siendo difícil el establecimiento de patrones de generación. Aunado a esto, el desarrollo tecnológico hace mas compleja esta situación, pues aún en proyectos similares, la aplicación de nuevas tecnologías y equipos, hacen que los residuos sean totalmente diferentes, y por el objetivo mismo de la investigación se producen compuestos y residuos desconocidos, por lo cual no se conocen sus propiedades toxicas, este es el caso del Instituto de Química de la UNAM, lugar donde se desarrolló el presente trabajo.

Así en los laboratorios de Investigación se ha detectado la necesidad de administrar los residuos peligrosos a fin de: (22)

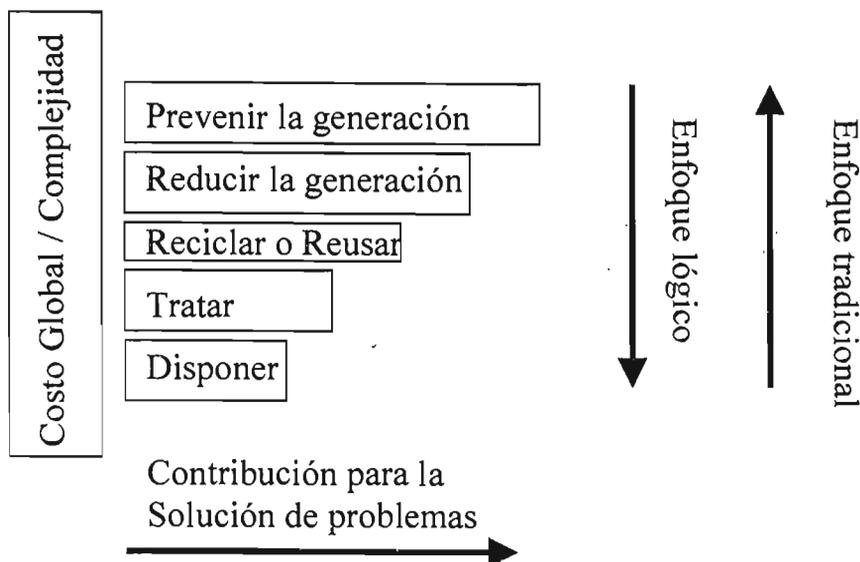
- Cumplir con la normatividad.
- Propiciar la eficiencia en los procesos de investigación.
- Cuidar el medio ambiente, la salud de todo el personal y preservar la infraestructura y los recursos materiales.
- Disminuir los riesgos asociados a los residuos peligrosos.
- Disminuir los costos de manejo y disposición de los residuos peligrosos.

IV.3 Estrategias para la Gestión Ambiental

IV.3.1 Manejo Adecuado de los Residuos Peligrosos en las Instituciones Educativas

El enfoque estratégico ideal para el manejo de residuos peligrosos en las Instituciones Educativas se resume en la Figura 4.1:

Figura 4.1 Estrategia para el Manejo de los Residuos Peligrosos

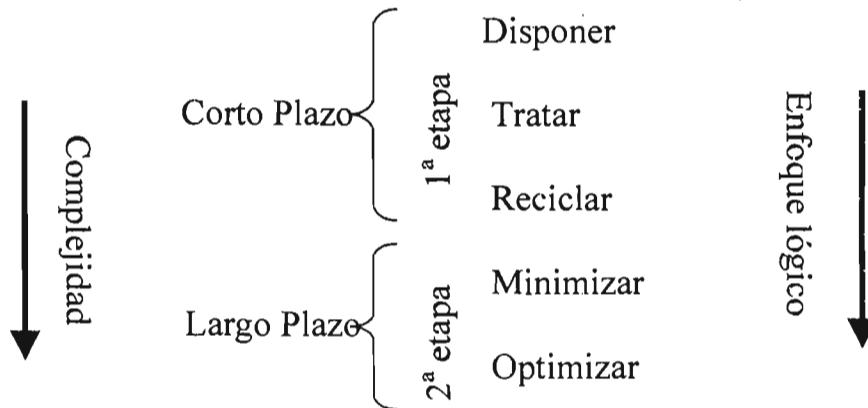


Fuente: Cortinas de Nava C., Mosler C., Gestión de Residuos Peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. 2002.

Se establece, la prioridad de evitar y reducir la generación desde la fuente, como una alternativa menos deseable es el llevar a cabo el reuso o reciclado, el tratamiento constituye la siguiente opción y tiene como propósito destruirlos o reducir su volumen y peligrosidad, mientras que el confinamiento es considerado como la última alternativa y será solamente para aquellos residuos que no puedan ser manejados de otra manera.

Sin embargo, aunque la estrategia y los factores antes mencionados parecen lógicos y de sentido común, no siempre pueden ser seguidos en ese orden por las instituciones educativas, la realidad, es que la mayoría lo hace de la siguiente manera, Figura 4.2:

Figura 4.2 Enfoque Estratégico Real para el Manejo de Residuos



Fuente: Cortinas de Nava C., Mosler C., Gestión de Residuos Peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. 2002.

Como podemos ver las instituciones de enseñanza presentan características especiales, que las induce a seguir la estrategia en forma inversa a corto plazo, pero que a mediano y largo plazo les permitirá alcanzar la cultura de la prevención, a través de la convicción, la educación y la disciplina en el trabajo que se realiza día con día y así adoptar los requerimientos necesarios para este tipo de Instituciones, lo anterior se puede llegar a realizar, tomando en cuenta los siguientes puntos: (23)

Filosofía de la Gestión Ambiental en las Instituciones de Enseñanza

- Prevención antes de corrección.
- Ahorro de recursos.
- Comunicación eficiente.
- Educación y concientización.
- Elaboración de procedimientos operativos.
- Evaluación y seguimiento.
- Mejora Continua.

IV.3.2 Minimización de Residuos Peligrosos

Se entiende por minimización de los residuos de un proceso productivo en la industria, comercio o empresa de servicios, a la adopción de medidas organizativas, operativas y tecnológicas que permitan disminuir la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados (residuos y emisiones al aire o al agua) que requieren de un tratamiento o disposición final.(2)

Es evidente que la estrategia más sensata desde el punto de vista ambiental, para los residuos peligrosos, es la de tratar de reducir o abatir su producción a través de prácticas de minimización, más que solucionar los problemas de residuos una vez que éstos se han generado. Aunque la minimización puede ser rentable, existen obstáculos que dificultan su implantación. Estos tienen que ver con aspectos culturales y organizativos, inercias al cambio, la necesidad de justificar inversiones, y una regulación inadecuada, que no establece los incentivos necesarios, para realizar el trabajo de investigación que se requiere.

Desde luego, las limitaciones económicas juegan un papel preponderante para impedir el desarrollo suficiente de las estrategias de minimización, ya que los cambios en los procesos de producción para la implantación de tecnologías limpias, no siempre son factibles a corto plazo y no se les considera dentro de la planeación de recursos que se requiere en las empresas.

Asimismo destacan impedimentos tecnológicos reales derivados de la escasez de programas de investigación, y de la dificultad de generalizar cambios tecnológicos en empresas pequeñas, que operan en escalas productivas muy reducidas. Por otro lado, debe señalarse que no existe suficiente información sobre experiencias en alternativas de minimización, ya que estos son particulares para cada proceso, es decir, no hay reglas generales para optimizar los diferentes procesos.

Es necesario también hacer notar que, en su caso, la existencia de subsidios a procesos de manejo postproductivo de residuos peligrosos, pese a tener objetivos loables, pueden constituirse en un incentivo contrario a la minimización, ya que reducen su atractivo económico.(24)

En lo que respecta a las instituciones educativas, un programa de minimización de residuos es un esfuerzo continuo, no es algo que se realice una sola vez, por la naturalidad cambiante de los experimentos que se realizan

Algunas prácticas sencillas que se pueden emplear en la disminución de residuos peligrosos son:

- Disminuir la escala de reactivos usados en experimentos de laboratorio.
- Intensificar las prácticas de reuso y reciclaje.
- Optimizar los experimentos.
- Diseñar nuevos experimentos limpios.
- Sustituir los productos químicos peligrosos por aquellos que son menos peligrosos y rara vez a productos inocuos.
- Devolver productos químicos no utilizados al proveedor, siempre que éstos estén sellados de origen.
- Adquirir las presentaciones de bajo volumen en vez de comprar en exceso.
- No mezclar materiales y residuos no peligrosos con los peligrosos, ya que implica el aumento de volumen de los mismos y por lo tanto implica mayor costo de tratamiento.
- Pensar que si se quiere siempre se puede encontrar una manera de trabajar en forma más eficiente y respetuosa con la salud y el ambiente.

CAPÍTULO V

PRIMERA FASE

Al inicio de este trabajo se estableció la realización de un manejo adecuada de los pasivos ambientales acumulados en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) del Instituto de Química, asumiendo esto como la primera fase de un Programa de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos, asimismo la imperiosa necesidad de llevar a cabo esta etapa del programa en esta forma, surge del riesgo existente por la acumulación de estos materiales en esta zona, así los siguientes pasos irán encaminados a crear una opción real y sustentable que ataque la problemática que actualmente vive el Instituto en este rubro.

V.1 El Instituto de Química

Para la realización de este proyecto fue necesario que se conocieran las actividades que realiza el personal y las instalaciones que posee el Instituto de Química (IQ).

La principal riqueza del IQ (25), radica en su comunidad, formada por investigadores y técnicos del más alto nivel, componentes fundamentales de su capital Intelectual, la cual está integrada por:

- 62 Investigadores
- 25 Técnicos académicos
- Personal administrativo
- Personal de apoyo

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) ha reconocido a 61 investigadores y a 3 técnicos académicos, cifra que representa el 20% del total nacional en el área de la Química.

Esta búsqueda continua por mantener los niveles de calidad en la investigación científica en química, le han otorgado al Instituto el reconocimiento y prestigio internacional situándolo entre los mejores centros de investigación en el mundo.

El IQ está conformado por los siguientes departamentos, en los cuales algunas de las líneas de investigación que se realizan son las siguientes:

Departamento de Bioquímica

- Reconocimiento molecular en fármaco-proteínas.
- Estructura, dinámica y función de proteínas aisladas de la saliva humana.
- Estructura-función de proteínas con interés en la agricultura.
- Desarrollo, conservación y aprovechamiento de cultivos celulares.

Departamento de Fisicoquímica

- Investigaciones en fisicoquímica-orgánica, que se inician con la síntesis de compuestos orgánicos, para posteriormente realizar estudios termodinámicos.
- La determinación de mecanismos de reacción.
- Electroquímica orgánica.

Departamento de Productos Naturales

- Estudios con plantas que presentan una actividad biológica definida, ya sean de tipo medicinal (medicina tradicional), insecticida o alguna otra.
- Reactividad química de productos naturales.

Departamento de Química Analítica

- Desarrollo de métodos analíticos cromatográficos y espectroscópicos, aplicados al estudio estructural de compuestos orgánicos.
- Aplicaciones modernas de resonancia magnética nuclear, incluyendo RMN de sólidos y química ambiental.

Departamento de Química Inorgánica

- Métodos alternativos de síntesis utilizando fuentes de energía no convencionales.
- Química bioinorgánica.
- Química de coordinación y organometálica, diseño de ligantes y nuevos materiales.

Departamento de Síntesis Orgánica

- Diseño de fármacos.
- Físicoquímica Orgánica.
- Química heterocíclica, síntesis de benzodiazepinas.
- Síntesis de productos naturales.

V.2 Unidad de Desarrollo Tecnológico

Además de contar con estos departamentos dentro del complejo de laboratorios y las oficinas administrativas del IQ, en la parte posterior del mismo se encuentra la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), el lugar en el cual se encontraban los pasivos ambientales acumulados.

Los *pasivos ambientales*, son los elementos que generalmente causan daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos y de los ecosistemas, producidos por una empresa durante su funcionamiento ordinario o por accidentes imprevistos, a lo largo de su historia.(26)

Por las dimensiones de la problemática se decidió dividir el trabajo en tres áreas:

- Interior de la UDT, Imagen 5.1 y 5.2.
- Exterior de la UDT, Imagen 5.3, 5.4, 5.5, y 5.6.
- Caseta, Imagen 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10.



Imagen 5.1 y 5.2: Interior de la UDT. Instituto de Química, UNAM.





Imagen 5.3 y 5.4: Exterior de la UDT. Instituto de Química, UNAM.



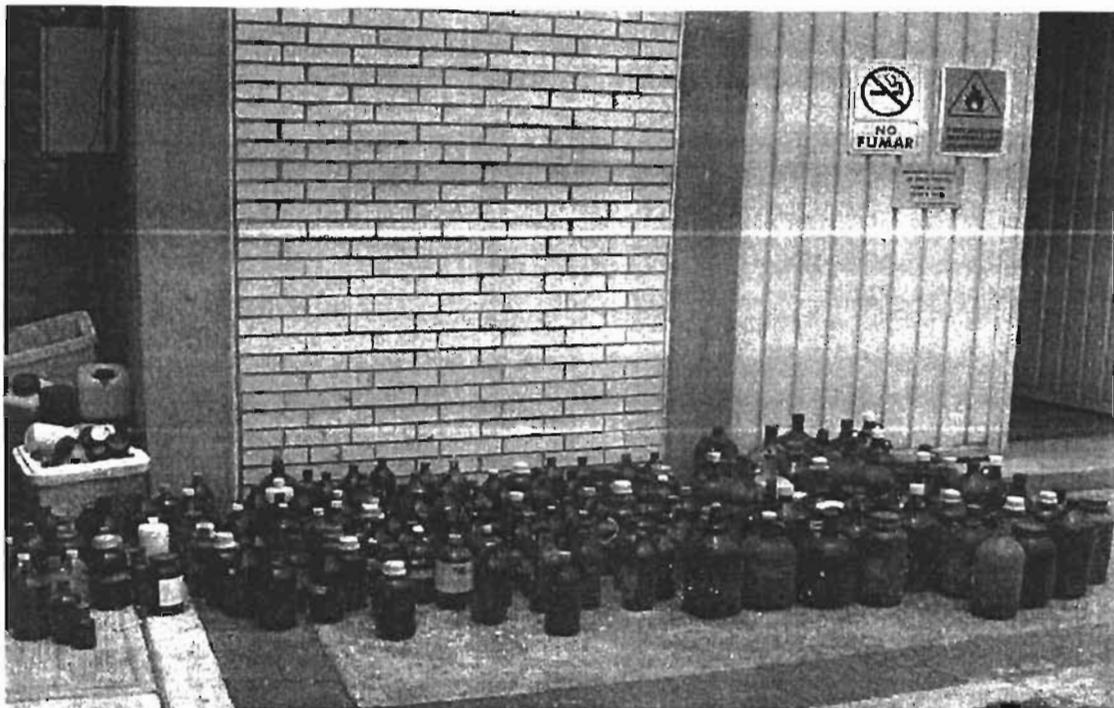


Imagen 5.5 y 5.6: Exterior de la UDT. Instituto de Química, UNAM.





Imagen 5.7 y 5.8: Caseta. Instituto de Química, UNAM.





Imagen 5.9 y 5.10: Caseta. Instituto de Química, UNAM.



Como se puede observar en las imágenes presentadas, la seguridad en la disposición de estas sustancias representa riesgos, ya que solo se fueron colocando conforme se iban llenando los espacios, hasta llegar al punto de ser necesario, el encimar unos materiales sobre otros.

Se pudo constatar, que ninguna de estas áreas reunían el mínimo de condiciones de seguridad para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos que señala el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos: (14)

- 1) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- 2) Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones.
- 3) Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos de los lixiviados.
- 4) 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.
- 5) Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en caso de emergencias.
- 6) Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, estos deberán mantener una presión mínima de 6Kg/cm² durante 15 minutos.
- 7) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

Además de lo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- 8) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- 9) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables.
- 10) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, deben tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire hora.

- 11) Estar cubiertas y protegidas contra la intemperie, y en su caso con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos, y con iluminación a prueba de explosión:

Las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- 12) No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua, alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.
- 13) Los pisos deben de ser lisos y de material impermeable en las zonas en donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los materiales peligrosos almacenados.
- 14) Debe contar con pararrayos.
- 15) Todos los recipientes metálicos deben estar conectados a tierra, mediante cables de cobre a una barra del mismo material enterrada a 1.20m de profundidad como mínimo.
- 16) Debe de contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenan residuos volátiles.
- 17) En los casos de las áreas abiertas no techadas, no deben almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando estos produzcan lixiviados.
- 18) No se deben almacenar juntos residuos peligrosos incompatibles de acuerdo con la norma NOM-054-ECOL-1993, ni en cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento. No se deben almacenar residuos peligrosos en área que no reúnan las condiciones anteriormente mencionadas.

V.2.1 Equipo de Seguridad

Antes de realizar cualquier acción en esta área, fué necesario que el IQ proporcionara el equipo de protección personal que se iba a utilizar, ya que el responsable de la seguridad es uno mismo, además de que la protección debe ser mayor al peligro esperado, estas son consideraciones importantes para trabajar satisfactoriamente, y el equipo que se solicitó fue el siguiente:

- Bata de laboratorio de algodón.
- Goggles de PVC con micas de policarbonato.
- Guantes de nitrilo.
- Respirador de cara completa con cartuchos intercambiables de protección general.
- Mascarillas.

V.2.2 Inventario

En lo que respecta a la elaboración del inventario en la UDT, el resultado fue el siguiente:

Recipientes contaminados, que contuvieron materiales o residuos peligrosos*	Cantidad
Tambores metálicos de 200L	32
Tambores metálicos de 300L	3
Tambores de polietileno de 200L	4
Recipientes de polietileno de 20L	24
Recipientes de vidrio de 20L	16
Recipientes metálicos de 20L	3
Recipientes de plástico, vidrio o metal desde 5mL hasta 4L	1650

Residuos peligrosos*: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como **envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta ley.(7)

Recipientes con alguna cantidad material	Cantidad
Tambores metálicos de 200L	16
Tambores de polietileno de 200L	6
Recipientes de polietileno de 20L	14
Recipientes de vidrio de 20L	4
Recipientes de plástico, vidrio o metal desde 5mL hasta 4L	1029

Además se observaron y registraron las características de los materiales y residuos que ahí se encontraban, tales como fases presentes, presencia de sólidos, características de la tapa, si presentaban alguna fuga o derrame, información de las etiquetas si las había, datos del generador (etiquetas, un número, una clave que probablemente diga quién lo generó) o cualquier otra característica que pudiera dar información.

V.2.3 Clasificación de los Materiales y Residuos en Peligrosos o Inocuos

V.2.3.1 Materiales y Residuos Conocidos

Una vez que se obtuvo el número de materiales y residuos, así como la información disponible de sus respectivas características, el siguiente paso fue determinar si eran peligrosos o inocuos; esto se hizo consultando la NOM-052-ECOL-1993, ya que presenta los criterios que permite al generador identificar si los residuos son peligrosos, de tal forma que los residuos se encuentran clasificados en dos rubros: (15)

Residuos por definición: lo que significa que con base en estudios previos de análisis y caracterización de los residuos que se generan en ciertas fuentes específicas, o en ciertos procesos unitarios que se utilizan similares, se decidió construir los listados de residuos considerados a priori como peligrosos, por provenir de esas fuentes. También se suele incluir un listado de sustancias tóxicas y niveles límites de éstas, que si se encuentran presentes en esas cantidades en un residuo, lo hacen peligroso por definición.

En base a este rubro se pudieron identificar 660 residuos como peligrosos.

Residuos por caracterización: La cual resulta de someter un análisis a los residuos generados, caso por caso, a fin de determinar si poseen una o varias de las características CRETIB, en cuyo caso son considerados como peligrosos, las cuales consisten en:

Los residuos que se consideran como peligrosos en función de su *corrosividad*, son aquellos muy ácidos o muy alcalinos ($\text{pH} < 2.0$ o bien $\text{pH} > 12.5$), pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o provocar la migración de contaminantes tóxicos, o bien son capaces de corroer el acero en ciertas condiciones y en cierto tiempo, con lo que pueden llegar a fugarse de sus contenedores y liberar otros residuos.

Los *residuos reactivos* son aquellos que normalmente resultan inestables bajo condiciones normales (25°C y 1 atmósfera), pueden mostrar una o mas de las siguientes propiedades:

- Se combinan o polimerizan violentamente sin explosión.
- Reaccionan violentamente con el agua y soluciones de pH ácido o básico, formando gases, vapores o humos.
- Contiene cianuros o sulfuros que pueden generar gases tóxicos a un pH entre 2 y 12.5.
- Son capaces de producir radicales libres.

Los *residuos explosivos* son aquellos que tienen una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno, o bien que son capaces de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 Kg/cm^2 de presión.

Los *residuos inflamables* son causa de preocupación, porque pueden ocasionar incendios durante su transporte, almacenamiento y disposición final, e incluyen a los que poseen las siguientes características:

- En solución acuosa contienen mas del 24% de alcohol, con un punto de inflamación inferior de 60°C .
- Ser no líquidos y capaces de entrar y mantenerse en combustión bajo condiciones normales.

- Provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos.
- Ser gases comprimidos inflamables.
- Ser agentes oxidantes que estimulan la combustión.

En cuanto a los *residuos biológico-infecciosos*, estos reúnen a los residuos que contiene organismos tales como bacterias o virus, capaces de causar infecciones como la hepatitis B, la tuberculosis y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

Residuos tóxicos, son los que contiene sustancias capaces de causar la muerte o provocar efectos nocivos en la salud de la población, en la flora o en la fauna, que varían de características y severidad de acuerdo con las formas e intensidades de exposición (27). Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando se somete a la prueba de extracción conforme a la NOM-053-ECOL-1993, y el lixiviado de la muestra representativa contenga cualquiera de los constituyentes listados en concentraciones mayores a los límites señalados.

En base a estas características se debería hacer el análisis CRETÍ a cada muestra, como este es costoso y requiere mucho tiempo se decidió realizar algunas pruebas químicas cualitativas o cuantitativas, rápidas y no costosas, para poder caracterizar los residuos como peligrosos de acuerdo a criterios químicos, indicativos de ciertas características químicas. Algunos ejemplos de las pruebas que se hicieron para los que se encontraban en estado líquido fueron:

- **Reactividad en agua**

Muy lentamente se agrega 1mL de la muestra a un tubo de ensayo que contiene 5mL de agua. Observar si el tubo se calienta, produce gases o reacciona violentamente.

- **pH**

Se impregna un pedazo de papel tornasol con una gota de la muestra, se observa la coloración del papel, si es azul índigo esto indica que la muestra tiene un pH básico, si tiene una coloración roja indica que tiene un pH ácido y si es amarilla la muestra tiene un pH neutro.

- **Combustibilidad**

Se ponen 2mL de la muestra en una cápsula de porcelana y se pone en contacto con un cerillo, y se observa lo siguiente:

- La llama brinca del cerillo al líquido: extremadamente combustible.
- La muestra está prendida solamente cuando el cerillo la toca: combustible.
- El cerillo se apaga cuando se toca la muestra: no combustible.

También se realizaron determinaciones utilizando diferentes instrumentos, como IR y cromatografía de gases para algunos casos, donde se trataba de corroborar la presencia de algún componente específico.

Se identificaron un total de 280 residuos como peligrosos por la realización de las pruebas anteriores.

De esta manera se encontraron 940 materiales y residuos como peligrosos y ninguno como inocuo.

V.2.3.2 Residuos Desconocidos

En este rubro se encontraron 129 residuos, para poder garantizar un manejo adecuado y seguro de los mismos, estos se consideraron como peligrosos, esto debido a que es muy costoso e involucra mucho trabajo experimental conocer la composición de un residuo dado, ya que generalmente se encuentran en forma de mezclas complejas.

V.2.4 Manejo

V.2.4.1 Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos Conocidos

Una vez establecido si eran peligrosos o no, se investigan para cada uno de ellos las siguientes posibilidades: reciclaje, reuso, tratamiento, incineración o confinamiento, asimismo los resultados para cada uno de estos rubros se presentan a continuación.

V.2.4.1.1 Reciclaje

Concepto:

Es la actividad en la cual los materiales se recuperan, se seleccionan por tipo y se reprocesan para obtener bienes similares a los originales o modificados, pero que ingresen nuevamente al mercado como bienes de consumo.(28)

Teóricamente es posible reciclar la mayor parte de los residuos peligrosos, sin embargo los costos en muchos casos pueden ser tan elevados o el tiempo invertido excesivo, debido a que se encuentran en la mayoría de los casos en forma de mezclas, por lo que no siempre es posible llevar a cabo esta técnica.

Para este apartado se destinaron 20 residuos que contenían principalmente disolventes orgánicos, estos se reciclaron a través de la destilación, de los cuales se presentan algunos ejemplos a continuación:

Residuos conteniendo:	Cantidades
Acetato de etilo	6L
Acetona	14L
Benceno	10L
Cloroformo	22L
Diclorometano	7L
Etanol	6L
Hexano	8L
Metanol	12L
Propanol	10L
Tetracloruro de carbono	8L

V.2.4.1.2 Reuso

Concepto:

Es la actividad de volver a utilizar un bien específico para la misma función o en un uso alternativo para la cual fue creado o manufacturado, sin modificar sustancialmente sus propiedades físicas.(28)

Se encontraron una gran cantidad de materiales, que se desecharon por el tiempo que tenían en el laboratorio sin ser utilizadas (sin llegar a ser un reactivo caduco), entonces se optó por reusarlos, ya que la gran mayoría estaban en perfectas condiciones por su calidad original; se tomó la decisión de colocarlos en lugares donde se utilizan dentro del Instituto de Química, esto con el fin de que se dieran cuenta las personas que trabajan ahí, de la mala disposición que se había hecho de estas sustancias, las que no se pudieron colocar por este camino, se mandaron al almacén, para su posterior uso, así como varios que se enviaron para su utilización en la docencia en la Facultad de Química de la UNAM. Algunos de los materiales utilizados para su reuso de un total de 191 fueron:

Materiales	Cantidades
Ácido clorhídrico	5L
Ácido nítrico	10L
Carbonato de sodio	2Kg
Cloruro de cobalto	3Kg
Fosfato de potasio	1Kg
Hidróxido de sodio	10L
Nitrato de bario	1Kg
Nitrato de potasio	2Kg
Sulfato de potasio	1Kg
Zinc	3Kg

V.2.4.1.3 Tratamiento

Concepto:

Es el conjunto de procesos al que se somete un residuo, para que éste pueda ser dispuesto de manera adecuada al medio ambiente, sin que cause alteraciones al ecosistema.(28)

El objetivo de un tratamiento, es eliminar o disminuir las características de peligrosidad de un material peligroso, mediante tecnologías diseñadas sobre la base de sus características fisicoquímicas como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad o inflamabilidad.

Para la elaboración de tratamientos de los residuos que lo ameritaban, se tuvo que diseñar para cada uno de ellos el más adecuado, rápido, económico seguro, etc., además es importantísimo señalar que:

NO EXISTE UN MÉTODO GENERAL PARA EL TRATAMIENTO DE UN RESIDUO

Es decir, cada residuo es diferente; para el diseño de su tratamiento, se debe tener en cuenta varios factores, como:

- Si en el residuo están presentes una o mas sustancias.
- Si esta en solución acuosa o no.
- Si hay un componente dominante.
- Si el residuo esta en varias fases.
- Tipo de recipiente que lo contiene
- Características de la tapa.
- Información de las etiquetas.
- Datos parciales del generador (etiquetas, un número, una clave que probablemente diga quién lo generó), ya que en muchas ocasiones, aunque se tenga en la etiqueta la información de los componentes del residuo, es necesario conocer el proceso del cual se generó, esto para entender mejor las características del residuo, además:
 - Si tiene alguna fuga o derrame.
 - Propiedades físicas y químicas, etc...

Aunado a esto, se debe tener en cuenta la información contenida en las hojas de seguridad de cada uno de los componentes del residuo, ya que contienen datos muy importantes para el diseño del tratamiento, las hojas de seguridad generalmente contienen la siguiente información: (23)

- 1) Identificación del material (nombre y proveedor).
- 2) Composición e información de los componentes.
- 3) Identificación de su peligrosidad.
- 4) Medidas de primeros auxilios.
- 5) Medidas de prevención de fuegos.
- 6) Medidas de prevención de accidentes.

- 7) Manejo y almacenamiento.
- 8) Propiedades físicas y químicas
- 9) Estabilidad y reactividad.
- 10) Equipo de protección personal.
- 11) Información toxicológica.
- 12) Información ecológica
- 13) Consideraciones para su disposición.
- 14) Información para el transporte.
- 15) Regulaciones.
- 16) Información adicional.

Así como la información de libros, revistas y páginas de Internet especializados en el tema, en donde se puede obtener información muy importante para el diseño del tratamiento; entre muchas otras, se mencionan las siguientes fuentes, (la referencia completa se presenta en la bibliografía): (29), (30) y (31).

Una vez realizado esto se diseña el método, tomando algunas consideraciones:

- La técnica no debe requerir operaciones elaboradas, y estas deben ser fáciles de llevar acabo en tiempos relativamente cortos.
- Lo ideal es la transformación de la sustancia peligrosa a una inocua.
- Preparar en forma secuencial (paso por paso) los procedimientos a seguir.
- Revisar que sea rentable en costos.

El número total de residuos a los que se les elaboró un tratamiento fue de 147.

V.2.4.1.4 Incineración

Concepto

Este es un sistema de tratamiento térmico, y está diseñado para destruir solamente a los componentes orgánicos de un residuo, sin embargo la mayoría de los residuos peligrosos contienen tanto compuestos orgánicos combustibles como inorgánicos no combustibles. Destruir la fracción orgánica y convertirla a CO_2 y H_2O , es el fin de un tratamiento térmico. Este se emplea para residuos con diferentes contenidos de materia orgánica y bajas concentraciones de agua, metales y otros compuestos inorgánicos. (2)

Ventajas

- Aplicable a una gran variedad de residuos (líquidos, sólidos y lodos), separados o combinados
- Convierte en sólidos (cenizas), que generalmente están estabilizados o inertes, a los residuos inorgánicos y vaporiza el agua.
- Puede alcanzar alta eficiencia de remoción de compuestos orgánicos volátiles, hasta de 99.99% o más.
- Permite una reducción del 80 al 90% del volumen original de los residuos, sobre todo cuando los residuos contienen alta concentración de compuestos orgánicos.
- Propicia el reciclaje energético, ya que se utilizan los residuos como combustible alternativo.

Desventajas

- Se requiere de personal especializado.
- Se requiere de un equipo que trabaje con gran eficiencia, porque algunos subproductos de la combustión incompleta pueden resultar más tóxicos que los mismos residuos.
- Un alto contenido de humedad puede afectar los requerimientos de energía.
- Se requiere equipo de control de emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Se requiere de la disposición final (confinamiento controlado), de las cenizas o escoria.
- Por lo general, tiene rechazo social.

Algunos de los residuos dispuestos para su incineración fueron el resultado de varios tratamientos, unos estaban en estado líquido o en forma de lodos, al igual que varios residuos que se colocaron directamente en este tratamiento por ser orgánicos, estos se acondicionaron para ser trasladados a CIBA que es la empresa que se encargo de la incineración, esto dentro de un convenio de cooperación que tiene con la UNAM.

El acondicionamiento se realizó por medio de un tratamiento que recibe del nombre de estabilización/solidificación, en el que se emplean aditivos para reducir la movilidad de los contaminantes, este es un proceso para mejorar el manejo de residuos y las características físicas, esto se logra al disminuir el área superficial a través de la cual los contaminantes se pueden transferir o infiltrar, también se limita la solubilidad y se desintoxica en muchos casos al residuo de los constituyentes peligrosos. En la solidificación estos resultados se obtienen primordialmente por la producción de un bloque monolítico de residuo, con una integridad estructural muy alta y la estabilización se alcanza cuando el residuo se convierte en una forma química mas estable. El aglutinante que se utilizó para este caso, consistió en una mezcla 1:1:1 de: carbonato de sodio, cal y ácido cítrico; antes de realizar el tratamiento, se debe realizar una prueba con el residuo en pequeñas cantidades para ver la compatibilidad entre este y el aglutinante, y comprobar si es factible la utilización de esta vía.(28)

El manejo de los residuos en estado sólido es mas fácil y seguro, que el manipular una gran cantidad de líquidos, y junto con los residuos que se situaron en forma directa para este tratamiento en estado sólido, se empacaron en bolsas de 2Kg (Imagen 5.11) y se pusieron en tambos de dos bocas de 200L, resultando el llenado de 6 de estos, que fueron trasladados a la empresa encargada de la incineración.



Imagen 5.11: Materiales y Residuos Peligrosos Acondicionados para su Incineración. Instituto de Química, UNAM.

Los residuos que se dispusieron para su incineración fueron 414, entre los que se encontraban por ejemplo:

Residuos	Cantidad
1-Hexanol	2L
2-Pentanona	1L
Acetato de etilo	3L
Anilina	2L
Benzofenona	1Kg
Butanal	700mL
Dimetilacetamida	1L
Dimetilformamida	2L
Fenilmetanol	500mL
Naftaleno	3Kg

Entre estos se encontraban 18 tambos de 200L con mezcla de disolventes orgánicos, como acetona, éter, hexano, etanol, metanol, entre otros, esto se pudo constatar por la información de las personas que trabajan en esa área, además de solicitar al laboratorio de análisis del Instituto la cromatografía de gases de los mismos, y con los resultados se pudo verificar que cumplían con dos parámetros solicitados por la empresa responsable de la incineración, estos eran no tener una concentración mayor al 5% de disolventes halogenados y 20% de humedad; asimismo había 10 porrones de 20L con mezcla de disolventes orgánicos, mismos que se colectaron en tres tambos de 200L, de los cuales todos cumplieron con las especificaciones requeridas.

Además estaban 4 tambores de 200L, lo mismo que 8 porrones de 20L, colectándose estos últimos en un tambo mas, todos ellos con un contenido de aceite gastado de bomba (son residuos líquidos, compuestos por aceites derivados del petróleo) que también se trasladaron para su incineración. Así se trasladaron un total de 28 tambos para incinerar: (Imagen 5.12 y 5.13)



Imagen 5.12 y 5.13: Traslado de Materiales y Residuos Peligrosos para su Incineración. Instituto de Química, UNAM.



V.2.4.1.5 Confinamiento

Concepto:

Es un sitio donde se disponen los residuos peligrosos, se construye empleando métodos de ingeniería para disponer los residuos en las celdas recubiertas por una o mas geomembranas y sistemas de colección de lixiviados, de forma que se minimicen los impactos ambientales. Los residuos se colocan dentro de las celdas, llevando un cuidadoso registro de donde se localizan los diferentes residuos estabilizados, y al final de su vida útil se tapa con otra geomembrana y se cubre con tierra y pasto.(2)

El confinamiento controlado de los residuos peligrosos, puede ser una estrategia de manejo técnica y económicamente recomendable, sin embargo, requiere que el diseño garantice el control de las emisiones contaminantes.

Un confinamiento controlado debe cumplir con las siguientes características, para asegurar que el manejo de los residuos peligrosos se lleve a cabo en forma segura, protegiendo la salud de la población y el medio ambiente: (2)

- Separación y concentración de los componentes peligrosos en volúmenes reducidos.
- Estabilizar y solidificar un residuo para evitar la generación de lixiviados.

Los residuos que se dispusieron para su confinamiento, provenían de varios tratamientos, además de los que se colocaron directamente para este punto que eran inorgánicos; los residuos que estaban en estado líquido se acondicionaron de la misma forma que en la incineración, a través de la estabilización /solidificación, además del manejo seguro y fácil que presenta el manejo de sólidos como ya se había mencionado, la legislación establece la prohibición de confinar residuos en estado líquido; asimismo se empaquetaron en bolsas de 2Kg, las cuales se colocaron en tambos de 200Kg, utilizando dos de estos para este fin, para los cuales se contrato una compañía autorizada para su traslado y confinamiento, y el IQ cubrió los gastos.

A continuación se presenta la lista de algunos residuos que se enviaron para su confinamiento, de un total de 168:

Residuo a confinar	Cantidad
Carbonato de bario	1Kg
Carbonato de potasio	3Kg
Cloruro de amonio	2Kg
Cloruro de plata	1Kg
Cloruro de potasio	3L
Fosfato de calcio	4Kg
Hidróxido de Aluminio	2Kg
Nitrato de bario	2 L
Sulfato de calcio	1Kg
Sulfuro de Hierro (II)	1Kg
Yoduro de cobre (I)	500g

V.2.4.2 Manejo de Residuos Peligrosos Desconocidos

Se realizaron algunas pruebas para determinar la presencia de algunos componentes a los 129 residuos desconocidos que se encontraron. Algunas de estas pruebas fueron:

Peróxidos

Se toma una tira de papel impregnada con una solución de yoduro de potasio y se humedece con una solución de almidón y se deja secar. Se le adiciona una o dos gotas de la muestra problema y se hace un testigo. Al gotear la muestra impregnada con agua, si aparece una mancha parda que vira a azul, la prueba es positiva.

Sulfuros

Se colocan 1 o 2mL de muestra en un tubo, se adicionan 2 o 3 gotas de ácido acético, a continuación se agrega una solución saturada de acetato de plomo y se calienta 1 0 2 min. La prueba es positiva si se forma un precipitado negro.

Oxidantes

Se toma una tira de papel yoduro-almidón y se humedece con una solución de HCl 3M, se esperan 2 minutos y se agregan una o dos gotas de la muestra. Si el papel vira de su color blanco-café a azul o negro la prueba es positiva.

Además pruebas de pH, solubilidad, combustibilidad, presencia de halógenos, entre otras, esto con el fin de poderlos agrupar de acuerdo a algunas similitudes de los mismos.

Las muestras que contienen resultados de análisis similares, se agrupan realizando previamente una prueba de compatibilidad, colocando de 2 o 3 mL de cada una de estas en un tubo de ensaye, para poder observar si no hay cambios de temperatura y presencia de gases o detonación.

En términos generales, compatibilidad se refiere a la habilidad de dos o mas materiales de cercana asociación, con otro igual, sin la formación de reacciones químicas o cambios físicos perjudiciales, ya que la incompatibilidad entre dos sustancias químicas cuando se combinan, pueden producir una o varias de las siguientes reacciones: fuego, explosión o la producción de gases tóxicos.

Algunos ejemplos son:

Acetona + Anhídrido Crómico = Explosión

Material Orgánico + Oxidante Fuerte = Liberación de calor

Por lo tanto las muestras que resultaron ser compatibles de acuerdo a algunas propiedades similares, se acondicionaron por medio del tratamiento estabilización/solidificación, para después ser trasladadas a confinamiento.

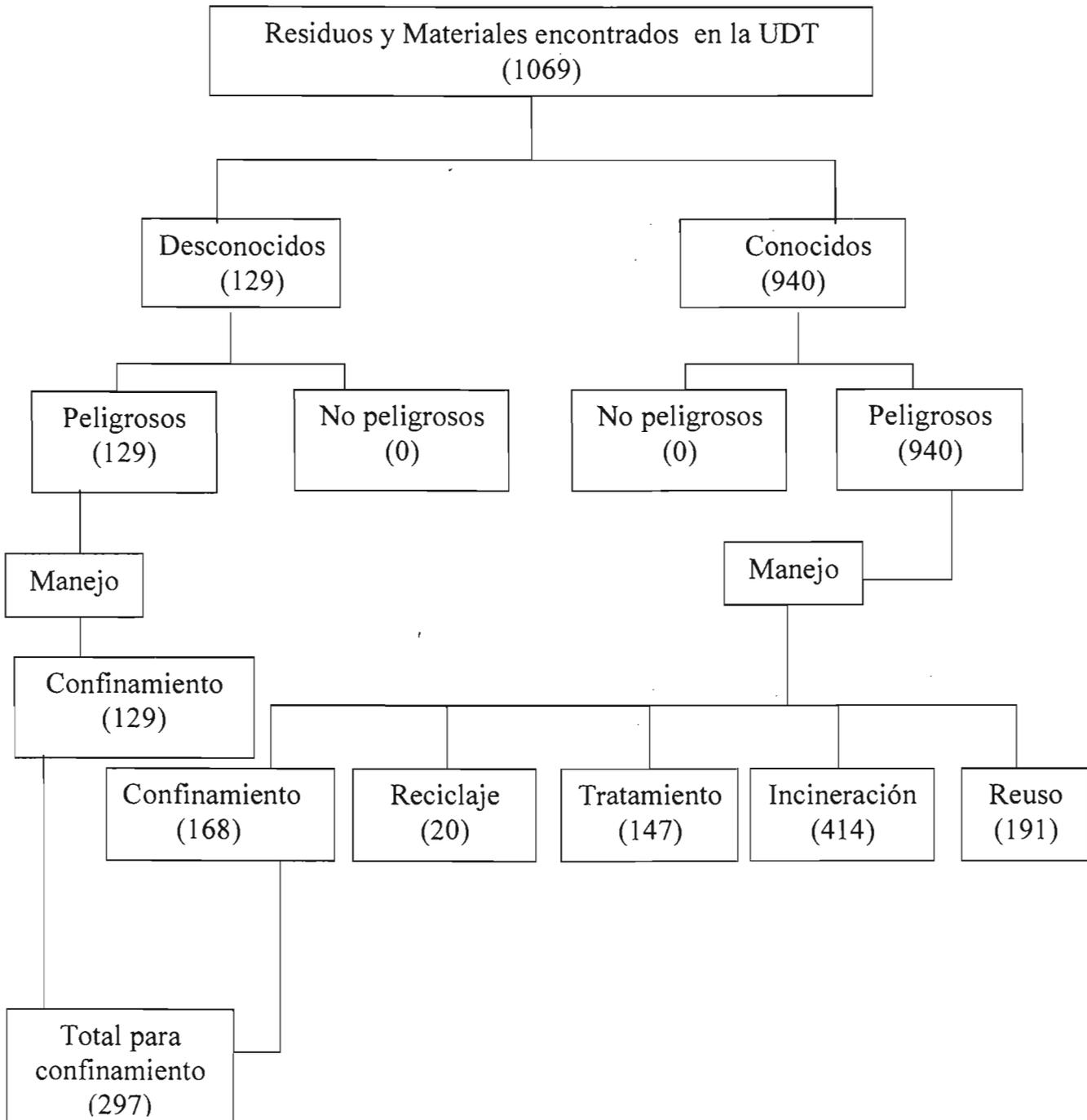
V.2.4.3 Manejo de Recipientes Contaminados

Los recipientes y contenedores que han contenido materiales y residuos peligrosos, están clasificados también como este tipo de residuos (7), así que los tambos de 200Kg, porrones de 20L y los recipientes desde 5mL hasta 4L de metal, plástico o vidrio, se enviaron a una empresa especializada en el reciclaje de los mismos, para el caso de estos últimos previamente fueron destruidos para disminuir el volumen del embarque.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VI.1 Inventario y clasificación

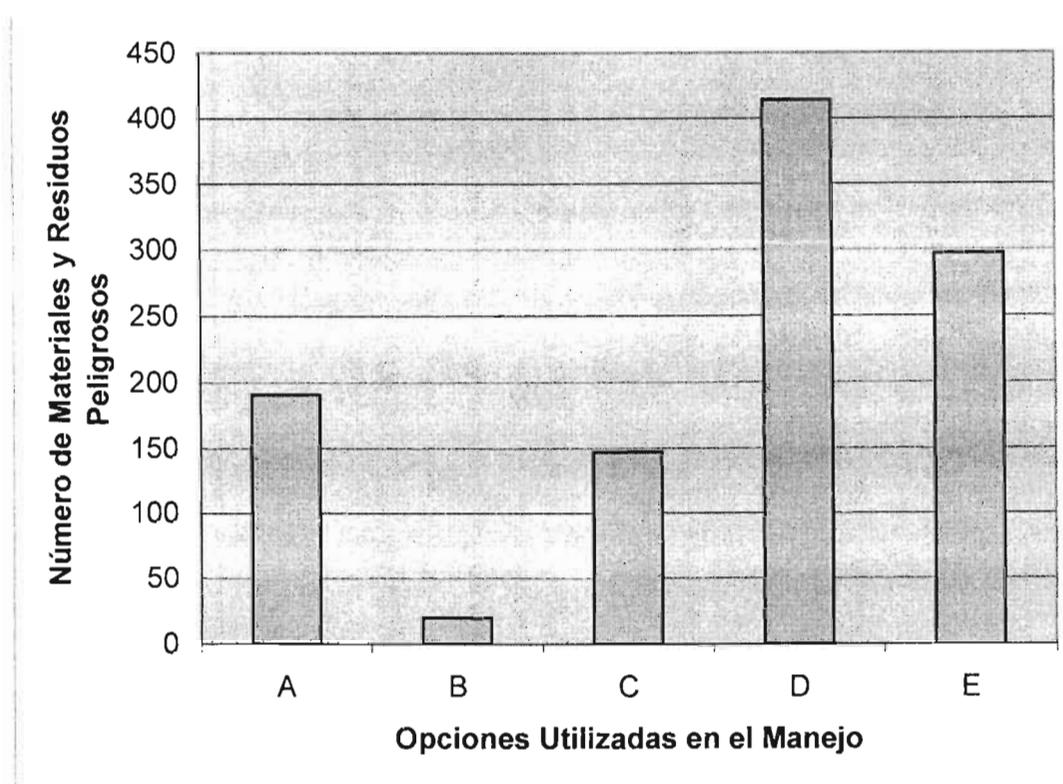


VI.2 Manejo de los Residuos Peligrosos Conocidos y Desconocidos

Los resultados que arrojó la implementación de la primera fase en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), se representan a continuación en la Gráfica 6.1, en la cual se observa el número de materiales y residuos peligrosos encontrados y la frecuencia del manejo de los mismos en los siguientes rubros:

- A) Reuso
- B) Reciclaje
- C) Tratamiento
- D) Incineración
- E) Confinamiento

Gráfica 6.1: Resultados de la Implementación de la Primera Fase, en la UDT del Instituto de Química, UNAM.



Las alternativas del reuso y reciclado no fueron las mas utilizadas, las opciones que mas se usaron son las de incineración y confinamiento, para el caso del tratamiento, este se utilizó también en mayor número de veces que el reciclado, pero en menos casos que el reuso. Al contrario de lo que se busca para el manejo ideal de materiales y residuos peligrosos, tal y como se estableció para las Instituciones Educativas y de Investigación, que es el de llevar acabo el reuso o el reciclado antes que el tratamiento y la incineración, mientras que el confinamiento es considerado como la ultima alternativa, pero claro que todo esto se puede llevar acabo en un forma real en un futuro, siempre y cuando se tenga contemplado la implementación de un Programa de Gestión Ambiental en el Instituto de Química para estos materiales.

Hubo muchos factores involucrados para obtener estos resultados, algunos de estos fueron:

Los materiales y residuos solo se fueron colocando conforme se iban llenando los espacios en la UDT, hasta llegar al punto de ser necesario, el encimar unos materiales sobre otros, esto produjo el deterioro de la calidad de muchos materiales y la poca legibilidad de las etiquetas, debido a los derrames producidos.

La mezcla de los materiales también era un problema, ya que eran colocados en muchas ocasiones en un mismo recipiente, probablemente por la falta de espacio, haciendo más difícil su identificación.

No tener una información completa de los residuos generados, por ejemplo, un punto muy importante que no se conocía era el proceso del cual procedían, si se hubiera tenido esa información se hubieran podido conocer mejor las propiedades de muchos residuos, y así diseñar y poder realizar más tratamientos.

Los altos costos y el tiempo que se necesitaba invertir para varios tratamientos, condujeron a no poderlos llevar a cabo.

VI.3 Situación de la UDT después de la Implementación de la Primera Fase

Así al terminar con la implementación de la primera fase en la UDT, quedaron libres de los pasivos ambientales que tenían, y a continuación se muestra como quedaron finalmente las diferentes zonas en que se trabajo, Imagen 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4.



Imagen 6.1: Interior de la UDT. Instituto de Química, UNAM.



Imagen 6.2: Caseta. Instituto de Química, UNAM.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

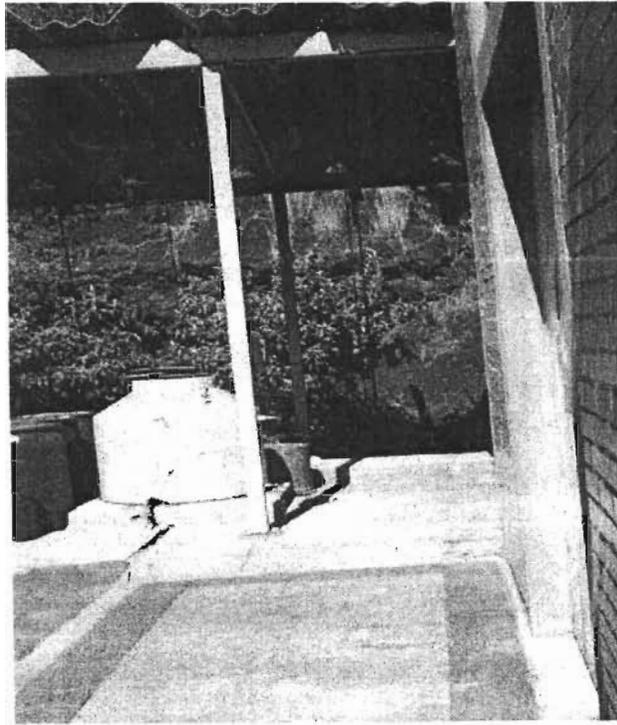


Imagen 6.3 y 6.4: Exterior de la UDT. Instituto de Química, UNAM.



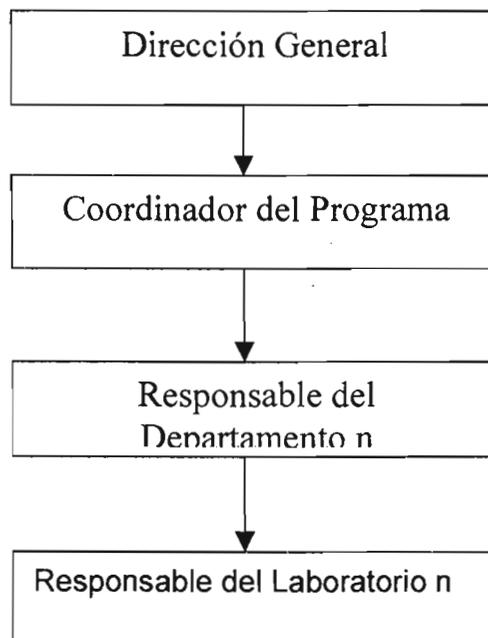
VI.4 Segunda Fase: Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos en el Instituto de Química

Si solo se realiza la primera fase, no se podría garantizar que este problema no vuelva a suscitarse, de ahí que el Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos en el Instituto de Química sea fundamental.

Es importante considerar los siguientes puntos, sin los cuales este programa estaría destinado al fracaso:

- Obtener el apoyo del personal clave de la dependencia, en este caso el IQ (dirección general, investigadores, etc.).
- Contar con un presupuesto destinado al programa, para cubrir todos los costos que implique el tratamiento, manejo, empaque y traslado de los residuos para incineración o confinamiento, cuando sea el caso.
- Coordinar el programa con otros programas existentes o nuevos que se desarrollen durante el mismo.
- Contar con un esquema organizacional de responsabilidades en forma jerárquica.

I.1.- Organigrama



I.2.- Acciones fundamentales de los integrantes de acuerdo al organigrama

- a) La dirección del Instituto de Química, debe definir las políticas de seguridad y desarrollo sustentable a corto, mediano y largo plazo, así como comunicar esta política al personal del Instituto, cuyas actividades estén involucradas en la seguridad, la salud y el cuidado del ambiente, además de asignar al coordinador del programa.
- b) Cada jefe de departamento debe asignar a un responsable para la implementación del programa en su departamento.
- c) El investigador titular de cada laboratorio debe nombrar a un responsable para la implementación del programa en su laboratorio.

I.3.- Responsabilidades de cada integrante del programa

Responsabilidad de la dirección

La dirección del Instituto de Química deberá brindar los recursos necesarios (económicos, humanos e infraestructura) en la implementación del programa.

Del coordinador de programa

- a) Proporcionar asesoría y apoyo al personal responsable designado en cada departamento para la elaboración del proyecto.
- b) Hacer del conocimiento de todo el personal del programa el marco jurídico vinculado con el mismo.
- c) Proporcionar la actualización y/o capacitación requerida al personal designado en cada departamento para el manejo de materiales y residuos peligrosos.
- d) Asesorar al personal de cada departamento en la elaboración de la bitácora de residuos peligrosos (tipo de residuo, volumen, tratamiento, etc.) de cada área, así como la realización de estudios estadísticos y de prospectiva.
- e) Coordinar y realizar la recolección de residuos programada de manera mensual.
- f) Realizar las gestiones para el envío de los residuos destinados a tratamiento térmico o confinamiento con las empresas autorizadas.
- g) Asesorar al personal de cada departamento en el diseño de nuevos tratamientos.

Del responsable de cada departamento

- a) Actualizarse y capacitarse en lo que la gestión ambiental involucra.
- b) Clasificar en cada laboratorio los residuos que se generan en forma rutinaria o eventual.
- c) Identificar en cada laboratorio los sitios de ubicación de los contenedores para los residuos que se generen.
- d) Programar el cambio de contenedores, a intervalos determinados como adecuados para las necesidades de cada departamento.
- e) Colaborar en la recolección de los residuos, su tratamiento y disposición final.

Del responsable del laboratorio

- a) Actualizarse y/o capacitarse en lo que a la gestión se refiere.
- b) Asegurarse de la identificación y separación adecuada de los residuos generados en las actividades de laboratorio
- c) Reportar al responsable del departamento la necesidad de cambiar contenedores o de colocar alguno adicional, no previsto.
- d) Tener listos los residuos en contenedores adecuados, etiquetados y con puntualidad, de acuerdo a la fecha y hora programada para la recolección de los mismos.
- e) Colaborar en la recolección de los residuos, su tratamiento y disposición final.

Algunos objetivos básicos del programa son:

- Crear conciencia y sensibilizar al personal en la gestión de materiales y residuos peligrosos.
- 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.
- Tener un almacén temporal de residuos peligrosos, tal y como lo contempla la normatividad establecida.

Para la implementación del programa se propone lo siguiente:

I.- Selección de dos laboratorios que actuaran como piloto

I.1.- Implementación del programa en 2 laboratorios piloto.

- a) Selección de dos laboratorios potencialmente generadores
- b) Identificación de sus residuos mas importantes en base a su peligrosidad y volumen.
- c) **Diseño del sistema de separación, recolección, clasificación, tratamiento y disposición de los residuos generados en estos laboratorios**

I.2.- Inventario y elaboración de hojas de seguridad de las sustancias utilizadas en estos laboratorios piloto.

I.3.- Elaboración de listas de clasificación de riegos y peligrosidad.

- a) Código de riego. (32)
- b) CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infeccioso). (15)

I.4.- Implementación de los puntos 1, 2 y 3 durante seis meses

I.5.- Revisión de las acciones implementadas

- a) Evaluación de resultados
- b) Identificación de mejoras
- c) Nuevas propuestas.

II.- Implementación progresiva en los demás laboratorios del IQ.

El objetivo de estos laboratorios piloto va a ser el poder establecer este sistema ya una vez mejorado en todo el Instituto de Química, al mismo tiempo se tendrá que acondicionar un almacén temporal de residuos peligrosos de acuerdo a las especificaciones que establece la legislación presentadas en este trabajo, al igual que un laboratorio destinado para el muestreo, recolección y tratamiento, en el cual se pueda desarrollar la gestión integral de materiales y residuos peligrosos.

III.- Minimización de la generación de residuos

También se deberá desarrollar en conjunto, la planeación e implementación de un programa de minimización de residuos peligrosos tomando en cuenta las consideraciones presentadas en el capítulo III para este rubro, así como tomar de referencia del mismo modo, las buenas prácticas para la minimización de residuos que se presentan a continuación: (2)

El objetivo de las buenas prácticas es reducir la generación de las pérdidas sistemáticas o accidentales de materiales, que se presentan en forma de contaminantes (como residuos o emisiones) y de esta manera aumentar la productividad, sin hacer cambios en tecnología o materia primas, sino concentrándose principalmente en los factores humanos y organizativos.

Dentro de las buenas prácticas se pueden mencionar las siguientes:

Coordinación entre departamentos

Para la implantación de las buenas prácticas es de vital importancia la coordinación entre los departamentos de investigación, personal, finanzas, contabilidad y compras principalmente por las siguientes razones:

- Evitar comprar materiales en exceso.
- Evaluar la posibilidad de comprar materiales alternativos de menor peligrosidad.
- Reducirse si es posible la variedad de materiales peligrosos utilizados.
- En el diseño y uso de nuevos productos, equipos y procesos tener en cuenta la minimización de residuos.
- Planificar la producción teniendo en cuenta la minimización de residuos.
- Estudiar la posibilidad de producir la mínima cantidad de subproductos y residuos

Control de inventarios

- Comprar la cantidad de material estrictamente necesaria para cada tarea o etapa, de manera que sobre la mínima cantidad o que no sobre nada de material.
- Reciclar preferentemente los materiales sobrantes.

- Desarrollar procedimientos de control de calidad para las materias primas antes de su aceptación o compra.
- Etiquetar todos los contenedores de materiales y residuos.
- Sensibilizar al personal para que utilicen primero los productos mas antiguos, si están en buen estado.

Almacenamiento y manipulación de materiales

- Mantener los contenedores herméticamente cerrados.
- Mantener la distancia apropiada entre materiales incompatibles.
- Establecer los procedimientos para la detección, contención y saneamiento de derrames de sustancias almacenadas.
- Conservar el área del almacén de materias primas bien iluminada, limpia y sin obstáculos.

Segregación de residuos

- Separar los residuos en la etapa del proceso en que se generan.
- Separar los residuos líquidos de los sólidos.
- Separar los materiales peligrosos de los no peligrosos.
- Separar los residuos peligrosos según el tipo de sus principales componentes.

Guías o manuales de operación

- Describir las normas de seguridad y procedimientos de actuación en caso de emergencia (simulacros).
- Disponer de las hojas de seguridad en cada área donde se utilicen materiales peligrosos.

VI.5 Tercera Fase

Esta consistirá en la implementación del Mecanismo de Gestión propuesto en el apartado anterior, y así crear una opción real para promover una opción sustentable que ataque el problema de raíz que vive el Instituto de Química en esta área.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

Este trabajo fue creado para darle un manejo adecuado a los pasivos ambientales que se encontraban en la UDT del Instituto de Química y derivado de esto la minimización del riesgo existente, pero se consideró que no se tendría una solución real si solo se trabaja con los residuos acumulados, pues resultaría siendo una alternativa temporal, es así que la segunda fase de este trabajo consistió en realizar el Diseño de un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos, y una vez elaborado este, se propuso el llevar acabo una tercera fase, que consistirá en la implementación del mecanismo propuesto.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Conocer las actividades que realiza y las instalaciones que posee el Instituto de Química.
- Solicitar al Instituto de Química el equipo de seguridad requerido.
- Se efectuó una división de las diferentes áreas de trabajo de la UDT, para el manejo de los materiales y residuos peligrosos contenidos en cada una de ellas.
- Se elaboró un inventario de los pasivos ambientales que se encontraban en la UDT.
- Clasificar los materiales y residuos que constituían los pasivos ambientales del IQ, en conocidos y desconocidos, para después establecer si cada uno de ellos era peligroso o inocuo.
- Se llevó acabo el manejo adecuado de los materiales y residuos peligrosos conocidos y desconocidos, de acuerdo a los siguientes rubros: reciclaje, reuso, tratamiento, incineración y confinamiento.
- Se diseñó un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos, lo cual es ya una solución real y sustentable que atacará la problemática que actualmente vive esta entidad académica de la UNAM.

- Se propuso la implementación de este mecanismo como un tercera fase, cuya responsabilidad será exclusivamente del Instituto de Química

En base a lo anterior se logró obtener:

- Una clasificación de los materiales y residuos en peligrosos e inocuos.
- Un manejo adecuado de los materiales y residuos peligrosos.
- Eliminar el riesgo existente debido a la acumulación de los pasivos ambientales en la UDT, al implementar en su totalidad la primera fase.
- Establecer una opción que ataque el problema de raíz, al Diseñar un Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos para el Instituto de Química, y se considera que al establecerlo, haría que esta dependencia cumpliera con la legislación correspondiente..
- En lo personal, aprender una manera de coordinar un programa, superando todo tipo de circunstancias, y así realizar un trabajo útil y de provecho para la sociedad.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. Ortiz Monasterio F., Cortina de Nava C., Maffey García L., Manejo de Desechos Industriales en México. Fundación Universo XXI. 1987. pp. 5-7
2. Cortinas de Nava C., Mosler C., Gestión de Residuos Peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. 2002. 449 p.
3. Elson, D., La Contaminación Atmosférica. 1ª Edición. Ediciones Cátedra. Madrid. 1990. pp. 14-15.
4. Aguilar M., Mesa L., Residuos peligrosos en la industria. Ediciones GEA. México. 1994. pp. 18-20.
5. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Editorial Porrúa. México. 2003.
6. Instituto Nacional de Ecología (INE). Promoción de la minimización y manejo integral de los residuos peligrosos. México. 1999. (<http://www.ine.gob.mx>)
7. SEMARNAT. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (<http://www.portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal>)
8. SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. 2002. (<http://www.portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal>)
9. INE. Bases para una política nacional de residuos peligrosos. México. 1999. (<http://www.ine.gob.mx>)
10. Gavilán, I., Liliana S., Caracterización de Residuos Peligrosos. Facultad de Química, UNAM y la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación.
11. Campos, L., Introducción al Derecho Ambiental. 2ª Edición. México. 2000. pp. 4-5.

12. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Editorial Porrúa. México. 2003.
13. Campos, L., Manual de Derecho Ambiental Mexicano. 2ª Edición. México. 2000. pp. 32-131.
14. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Editorial Porrúa. México. 2003.
15. Quintanilla, M., Las Normas Oficiales Mexicanas: su constitucionalidad e impacto en la modernización del Derecho Mexicano. Editorial Troya. México. 2002. pp. 54-94.
16. Cerón, F., El Mercado de la Industria Ambiental en México. 3ª Edición. Editorial Limusa. México. 1997. pp. 45-48.
17. INE. Residuos Peligrosos en el Mundo y en México (Serie Monográficas 3). México. 1997. (<http://www.ine.gob.mx>)
18. INE. Evolución de la política Nacional de materiales peligrosos, residuos, y actividades altamente riesgosos. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. (<http://www.ine.gob.mx>)
19. Rodríguez, A., Desarrollo sustentable. Hacia una Política Ambiental en México. Coordinación de Humanidades, UNAM. 1997. pp. 66-67.
20. Sánchez, S., Diseño del Mecanismo de Gestión Ambiental de Materiales y Residuos Peligrosos para el Instituto de Fisiología Celular. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM. 1998.
21. Rodríguez, J., Introducción a la Administración con Enfoque de Sistemas. 3ª Edición. Editorial ECAFSA. México. 1998. pp. 76-90.
22. Arce, M., Instituto de Investigaciones en Materiales, Programa de Gestión Ambiental y Seguridad. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM. 2003.
23. Santos, E. y Gavilán, I., Manual de Procedimientos de Seguridad en los Laboratorios de la UNAM. 2ª Edición. México. 2002. 109 p.

24. INE. Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000. (<http://www.ine.gob.mx>)
25. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Química. (<http://www.iquimica.unam.mx>)
26. Costas, R., Introducción al Estudio del Derecho Ambiental. 3ª Edición. Editorial Porrúa. México. 2002. pp. 142-143.
27. López, J., El Medio Ambiente en México. 2ª Edición. Editorial Limusa. México. 1999. pp. 15-16.
28. Universidad Nacional Autónoma de México. Diplomado en Materiales y Residuos Peligrosos. Modulo III, Tecnologías para tratamiento y disposición (memorias), enero del 2003.
29. Bastone, R., The safe disposal of hazardous waste. Washington, the World Bank. USA. 1993.
30. Baker, C., Mobile Waste Processing Systems and Treatment Technologies. Noyes Data Corporation. New Jersey. 1994.
31. Universidad Nacional Autónoma de México. Química orgánica: experimentos con un enfoque ecológico. Dirección General de publicaciones y Fomento Editorial. 2001.
32. Secretaría del Trabajo y Prevención Social. Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo. <http://www.stps.gob.mx/>