

01177



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería  
División de Estudios de Posgrado

ESTUDIO DE GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS  
DOMESTICOS EN UNA ZONA HABITACIONAL.

T E S I S

Que para obtener el Grado de:

MAESTRA EN INGENIERIA (AMBIENTAL)

p r e s e n t a:

ING. ANABELL ROSAS DOMINGUEZ

Director de Tesis:

M. en C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS



México D. F.

Julio de 2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA

RECIBÍ COPIA DE

( ) TRABAJO ESCRITO  
(XXX) TESIS

DESARROLLADO POR LA ALUMNA: ANABELL ROSAS DOMÍNGUEZ

PARA PRESENTAR EXAMEN:

( ) DE ESPECIALIZACIÓN  
(XXX) DE GRADO

EN INGENIERÍA: AMBIENTAL(490)

JURADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PRESIDENTE	DRA. GEORGINA FERNÁNDEZ VILLAGÓMEZ		2/10/2000
VOCAL	M. EN C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS		2/07/2000
SECRETARIO	M. EN I. FRANCISCA I. SOLER ANGUIANO		9/06/00
SUPLENTE	M. EN I. ANA ELISA SILVA MARTINEZ		2-Jun-2000
SUPLENTE	M. EN I. GUSTAVO SOLÓRZANO OCHOA		23/6/00

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS POR EL DEPARTAMENTO

Aprobado

M. en I. Ana Elisa Silva Martínez

## **Agradecimientos**

A mi director de tesis, M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios, por ser parte fundamental en la elaboración de esta tesis y en mi formación en el área de los residuos sólidos.

A mis sinodales, Dra. Georgina Fernández Villagómez, M. en I. Ana Elisa Silva Martínez, M. en I. Francis Soler Anguiano y M. en I. Gustavo Solórzano Ochoa, por sus valiosos consejos, comentarios y el tiempo que me dedicaron, no sólo en la revisión de esta tesis, sino a lo largo de mi estancia en la maestría.

A mi tutor, Ing. Enrique Heras Herrera, por haberme brindado su apoyo y encaminarme en el área de la ingeniería ambiental.

Al CONACYT, por otorgarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

A todos mis maestros y compañeros de la DEPFI-UNAM, con quienes conviví durante esta etapa de mi formación académica y personal.

A la Universidad Veracruzana, que me dio la formación como ingeniera civil y además me impulsó a seguir estudiando.

Al Sr. John Ikeda, la Sra. Anne Moser y el M. en I. Germán Cuevas Rodríguez, quienes me proporcionaron información indispensable para realizar este trabajo.

Al CENAPRED que por conducto de la Dra. Georgina Fernández prestó equipo para la realización del trabajo de campo de este estudio.

A las familias Pantoja Grande y Moysén Rodríguez, vecinos de la Unidad Habitacional Int. Latinoamericana, quienes amablemente permitieron ocupar su instalación eléctrica durante los días de muestreo.

A los señores Jorge y Antonio Sánchez, por participar en la no fácil tarea de separar los residuos de los muestreos realizados.

Al Ing. César Gustavo Priego Salas por su cooperación en toda la tesis.

Y sobre todo gracias a Dios.

## **Dedicatoria**

A mi familia:

Manuel, Guille y Leyla

A la Familia Rosas Lara:

Mi abuelita Mercedes

Mis tíos Jesús, Nany, Fausto, Mary, Teté, Caty, Meche y Gustavo

Mis primas y primos.

A la familia Domínguez Zárate:

Mis abuelitos Magdalena y Secundino

Bernardo, Yolanda, Heidi, Iván, Nancy, Sabino, Daniel y David

Tina, Mario, Betzy, Nelly y Mireya

Emilio, Queta, Berenice y Jessica

Milo, Martha y Chepo

Came, Diego, Meli y Nalle

Cundy, Mary, Pepe y Genita

A la familia Priego Salas:

Mi novio César Gustavo

César, Catalina y Viridiana

A mis viejos amigos:

Mabel, Xavier, Burgos y Rocío

A mis nuevos amigos:

Mary Rocha, Albino y Rafael

**Anabell**

## Índice

	Páginas
Índice.....	i
Lista de figuras.....	iv
Lista de tablas.....	v
Lista de abreviaturas.....	vi
Glosario.....	vii
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivo general.....	3
1.3. Objetivos particulares.....	3
1.4. Alcances y limitaciones.....	3
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
2.1. El ciclo de los residuos sólidos municipales.....	5
2.1.1. Generación.....	5
2.1.2. Almacenamiento.....	8
2.1.3. Recolección.....	9
2.1.4. Transferencia.....	10
2.1.5. Recuperación y acondicionamiento de reciclables.....	10
2.1.6. Disposición final.....	11
2.2. Los residuos peligrosos.....	11
2.2.1. Definición.....	13
2.2.2. Clasificación de residuos peligrosos.....	14
<b>3. Revisión bibliográfica de los residuos peligrosos domésticos.....</b>	<b>17</b>
3.1. Definiciones.....	18
3.2. Residuos peligrosos domésticos comunes en el flujo de residuos municipales.....	19
3.2.1. Productos de mantenimiento automotriz.....	20
3.2.2. Productos para el mantenimiento del hogar.....	24
3.2.3. Biocidas.....	27
3.2.4. Productos de limpieza.....	30
3.2.5. Varios.....	35
3.3. Cantidades de residuos peligrosos domésticos encontradas en diversos lugares.....	41
3.3.1. California.....	42
3.3.2. Arizona.....	43

3.3.3. Nuevo México.....	43
3.3.4. Estado de Washington.....	43
3.3.5. Florida.....	44
3.3.6. Minnessota.....	45
3.3.7. País Vasco.....	45
3.3.8. México.....	46
3.4. Prácticas para el manejo de residuos peligrosos domésticos.....	47
3.4.1. Programas de recolección de un día.....	48
3.4.2. Instalaciones permanentes.....	50
3.4.3. Instalaciones portátiles.....	51
3.4.4. Programas de recolección puerta a puerta.....	52
3.4.5. Programas de recolección con rutas establecidas.....	52
3.4.6. Programas de intercambio de productos.....	53
3.4.7. Programas de recolección de residuos específicos en el lugar de compra.....	53
3.4.8. Programas de control en la fuente.....	54
3.5. Opciones de reciclaje y tratamiento para algunos residuos peligrosos domésticos.....	55
3.5.1. Pintura.....	55
3.5.2. Aceites.....	56
3.5.3. Solventes.....	57
3.5.4. Anticongelantes.....	57
3.5.5. Baterías y Pilas.....	58
3.5.6. Lámparas fluorescentes.....	58
<b>4. Riesgos en el manejo de los residuos peligrosos domésticos.....</b>	<b>60</b>
4.1. Impacto en los generadores de residuos peligrosos domésticos.....	61
4.2. Lesiones laborales.....	63
4.3. Impacto al medio ambiente.....	64
<b>5. El sitio de estudio.....</b>	<b>67</b>
5.1. Descripción.....	68
5.2. El manejo de los residuos sólidos en la Unidad Habitacional.....	70
<b>6. Procedimiento para la realización del estudio de generación.....</b>	<b>73</b>
6.1. Subproductos a clasificar.....	74
6.2. Personal y equipo necesarios para realizar el estudio.....	76
6.3. Determinación del peso y el número de muestras.....	77
6.4. Metodología de muestreo.....	77

6.5. Selección y cuantificación de subproductos.....	79
<b>7. Resultados y discusión.....</b>	<b>82</b>
7.1. Resultados.....	83
7.2. Discusión.....	88
7.2.1. Residuos sólidos municipales.....	88
7.2.2. Residuos peligrosos domésticos.....	89
<b>8. Propuestas para el manejo adecuado de los residuos peligrosos domésticos.....</b>	<b>91</b>
8.1. Uso.....	92
8.2. Almacenamiento.....	92
8.3. Empleo de sustitutos no tóxicos o menos tóxicos.....	93
8.4. Recolección separada del resto de los residuos sólidos municipales.....	93
8.4.1. Participantes del programa.....	93
8.4.2. Residuos a recolectar.....	94
8.4.3. Métodos de manejo de los residuos colectados.....	94
8.4.4. El sitio.....	94
8.4.5. Entrenamiento del personal.....	95
8.4.6. Acercamiento con la comunidad.....	95
8.4.7. Financiamiento.....	96
8.5. Establecimiento de una normatividad que regule el manejo de los residuos peligrosos domésticos.....	96
8.5.1. Residuos peligrosos domésticos. Estudio de generación.....	97
8.5.2. Residuos peligrosos domésticos. Listado, manejo, tratamiento y disposición.....	98
<b>9. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>100</b>
9.1. Conclusiones.....	101
9.1.1. De la investigación bibliográfica.....	101
9.1.2. De la fase experimental.....	101
9.2. Recomendaciones.....	102
<b>Apéndices.....</b>	<b>104</b>
A. Componentes peligrosos más comunes de los residuos peligrosos domésticos.....	105
B. Alternativas más seguras.....	112
C. Formatos de reportes de campo.....	114
D. Inventario de RPD encontrados en el muestreo.....	116
<b>Bibliografía.....</b>	<b>122</b>

## Lista de figuras

Figura 2.1. Ciclo de los residuos sólidos municipales.....	5
Figura 3.1. Programas de recolección de RPD por año (1980 a 1994) en Estados Unidos.....	47
Figura 3.2. Recepción del vehículo en el lugar de recolección de RPD.....	49
Figura 3.3. Descarga de los RPD por parte del personal autorizado.....	49
Figura 3.4. Clasificación de los RPD en la zona de selección.....	50
Figura 3.5. RPD en la zona de almacenamiento.....	50
Figura 3.6. Instalación permanente para RPD del condado de Morris.....	51
Figura 5.1. Vista parcial de la Unidad Habitacional Integración Latinoamericana.....	68
Figura 5.2. Unidad Habitacional Integración Latinoamericana. Partes Principales.....	69
Figura 5.3. Contenedor de la salida a Cerro del Agua.....	70
Figura 5.4. Contenedor de la salida a Av. Universidad.....	70
Figura 6.1. Materiales empleados para realizar el muestreo.....	77
Figura 6.2. Calendario de muestreos realizados del 27 de junio al 20 de julio de 1999.....	78
Figura 6.3. Preparación del área de trabajo.....	79
Figura 6.4. Bolsas de RSM antes del cuarteo.....	79
Figura 6.5. Bolsas de subproductos después de la selección.....	80
Figura 6.6. Pesaje individual de los RPD.....	81
Figura 7.1. Composición porcentual de los RSM en los muestreos.....	84
Figura 7.2. Composición promedio de residuos sólidos municipales.....	85
Figura 7.3. Caracterización de RPD en peso bruto.....	87
Figura 7.4. Caracterización de RPD en peso neto.....	88
Figura C-1. Formato de reporte para RSM.....	114
Figura C-2. Formato de reporte para RPD.....	115

## Lista de tablas

Tabla 2.1. Generación Unitaria de RSM en México, D.F.....	6
Tabla 2.2. Composición porcentual en peso de RSM es varios países.....	8
Tabla 3.1. Residuos peligrosos domésticos agrupados en categorías.....	20
Tabla 3.2. Porcentajes de residuos peligrosos domésticos, California, EE.UU.....	42
Tabla 3.3. Composición porcentual de RPD en Washington, EE.UU.....	43
Tabla 3.4. Composición porcentual de RPD en Palm Beach, Florida, EE.UU.....	44
Tabla 3.5. Porcentaje de RPD encontrado en varias ciudades del Estado de Minnessota, EE.UU.....	45
Tabla 3.6. Cantidades de RPD recogidas en Vitoria-Gaseiz y Bilbao, País Vasco, España.....	46
Tabla 4.1. Decesos ocurridos en niños menores de 5 años relacionados con productos peligrosos domésticos en los Estados Unidos.....	61
Tabla 4.2. Número estimado de accidentes asociados con el uso de productos peligrosos domésticos y atendidos en las salas de emergencia de hospitales en la Unión Americana del 1 de octubre de 1993 al 30 de septiembre de 1994, así como el costo de esos accidentes.....	62
Tabla 4.3. Concentración de compuestos tóxicos en lixiviados de algunos rellenos sanitarios.....	64
Tabla 4.4. Concentración de compuestos tóxicos en el biogás de algunos rellenos sanitarios.....	65
Tabla 5.1. Establecimientos que operan dentro de la U.H. Integración Latinoamericana.....	70
Tabla 6.1. Clasificación de Residuos Peligrosos Domésticos.....	80
Tabla 7.1. Composición porcentual de los residuos sólidos municipales en cada muestreo.....	83
Tabla 7.2. Composición promedio de residuos sólidos municipales.....	85
Tabla 7.3. Porcentaje neto de RPD en cada muestreo (pesos en gramos).....	86
Tabla 7.4. Porcentaje global neto de la fracción de RPD (pesos en gramos).....	86
Tabla 7.5. Composición promedio de los RPD obtenida en 10 muestreos.....	87
Tabla B-1. Alternativas más seguras a productos peligrosos comerciales.....	112
Tabla D-1. Inventario de RPD encontrados en el muestreo.....	116

## Lista de abreviaturas

AIHA	American Industrial Hygiene Association
AMCRESPAC	Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos A.C.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BPC	Bifenilo policlorado
CCHW	Citizen's Clearinghouse for Hazardous Waste (E.E.U.U.)
CERCLA	Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (E.E.U.U.)
CESPEDES	Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sostenible
CFC	Clorofluorocarbono
CFR	Code of Federal Regulations (E.E.U.U.)
CONIECO	Consejo Nacional de Industriales Ecologistas
CRETIB	Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infeccioso (características que hacen peligroso a un residuo de acuerdo a la normatividad mexicana)
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano
INBA	Instituto Nacional de Bellas Artes
INE	Instituto Nacional de Ecología
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
kg	kilogramo
Hab	Habitante
has	Hectáreas
HHW	Household Hazardous Waste
lt	Litro
mdd	Millones de dólares
MPCA	Minnesota Pollution Control Agency
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act (E.E.U.U.)
RPD	Residuos peligrosos domésticos
RSM	Residuos sólidos municipales
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SNC	Sistema nervioso central
SWANA	Solid Waste Association of North America
TED	Trade and Environment Database
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
USCPSC	United States Consumer Product Safety Commission
USEPA	United States Environmental Protection Agency

Imprenta Rangel  
Impresos Legnar, S.A. de C.V.  
Portal de Santo Domingo No. 12 Int. 1 y 2  
Centro Histórico C.P. 06010  
México., D.F., Tel. 5521-6798

## Glosario

Las definiciones que se presentan a continuación, representan un compendio sencillo de los términos que se abordan en el presente trabajo; algunas de las explicaciones aclararán el concepto a un lector no familiarizado con el lenguaje especializado que se utiliza en este tema, y otras expresiones se exponen dentro del contexto de la toxicología ambiental.

### **Alergia**

Reacción desfavorable de carácter respiratorio, nervioso o eruptivo, que presenta un individuo particularmente sensible a determinada sustancia.

### **Bioacumulación**

Es el almacenamiento de una sustancia química dentro de un organismo en una concentración mayor a la que puede encontrar en el ambiente que le rodea.

### **Biogás**

Es la mezcla de gases producto de la descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos, compuesta principalmente de metano y dióxido de carbono.

### **Cancerígeno, Carcinogénico**

Sustancia capaz de inducir el comportamiento anormal de las células, las cuales comienzan a sufrir alteraciones y dividirse sin control, provocando la aparición de tumores o masas de tejido anormal y excesivo.

### **Dosis**

Es una medida de la exposición, y se expresa generalmente en miligramos por kilogramo (mg/kg) o en partes por millón (ppm).

### **Efectos agudos**

Son efectos que se presentan rápidamente después de una exposición, comúnmente dentro de las primeras 24 horas y en muchos casos, casi de manera inmediata. Se caracterizan por síntomas severos con ataques repentinos.

### **Efectos crónicos**

Son efectos graduales y que ocurren por la exposición repetida dentro de un período largo de tiempo, siendo los más comunes los daños al hígado o los riñones, daños en el sistema nervioso central, cáncer o defectos de nacimiento

**Exposición**

Es la acción de someter a un individuo a la acción de una sustancia química. Algunas de las rutas de exposición más comunes son la dérmica (a través de la piel), la oral (por la boca) y la inhalación (por la respiración).

**Fauna nociva**

Conjunto de especies animales potencialmente dañinas que tienen su hábitat en los lugares donde se acumulan los residuos sólidos.

**Fetotóxico**

Es un agente extraño al organismo de la madre, que induce un efecto tóxico en el feto durante la última fase de la gestación.

**Lixiviado**

Es la solución resultante de la disolución y suspensión de algunos constituyentes de los residuos en el agua que los atraviesa

**Malformaciones congénitas**

Son defectos que se observan en el nacimiento, pero que se adquirieron en la fase de gestación y no son producto de la herencia

**Mutagénico**

Una sustancia mutagénica es aquella capaz de producir cambios detectables y heredables en el material genético, los cuales se podrían transmitir a la descendencia de los individuos afectados, a través de las células germinales (mutación germinal) o de una generación a otra de células dentro del individuo (mutación somática).

**Narcosis**

Es un estado de somnolencia artificial provocado por la entrada de una sustancia narcótica al cuerpo.

**Necrosis**

Es la muerte de células o tejidos en cualquier parte del cuerpo.

**Neurotóxico**

Sustancia que produce disfunciones en el sistema nervioso central por destrucción del tejido nervioso, o bien que afecta el comportamiento normal de un individuo, como resultado de una exposición más allá de los límites recomendables.

**Residuo sólido municipal**

Se les conoce como residuos sólidos municipales a aquéllos residuos generados mayormente en los domicilios, oficinas, comercios y espacios abiertos, casi siempre en estado sólido, y de los cuales, las autoridades locales se responsabilizan de su manejo.

**Residuo sólido**

Es un material o mezcla de materiales que aunque presente diferentes estados físicos, en conjunto se maneja como sólido y se genera como consecuencia de las actividades humanas, desechándose por no ser útil al proceso que lo generó.

**Residuo universal**

Término utilizado en el CFR de los Estados Unidos, para definir a algunos artículos como pilas, termostatos y plaguicidas, que se producen en pequeñas cantidades pero se encuentran consistentemente en la basura doméstica y la de una gran cantidad de establecimientos comerciales, y cuyo manejo está reglamentado en el 40CFR parte 273.

**Sobrexposición**

Someter durante un tiempo prolongado o en dosis excesivas a la acción de una sustancia, provocando resultados desfavorables al organismo.

**Teratogénico**

Es una sustancia química capaz de producir anormalidades anatómicas o funcionales de origen prenatal, que pueden presentarse desde el nacimiento o manifestarse dentro de un corto tiempo después, como resultado de un efecto sobre el embrión o feto en desarrollo. Un agente teratogénico tiene la capacidad de inducir o incrementar la incidencia de malformaciones congénitas

**Tóxico, Veneno**

Es una sustancia que provoca efectos adversos en los tejidos, órganos o procesos biológicos cuando existe exposición arriba de cierta dosis.

# Introducción

## 1.1. Justificación

En la mayoría de los países económicamente desarrollados, el manejo de los residuos peligrosos domésticos es un elemento más de los sistemas de manejo de residuos sólidos municipales, donde, ya sea por parte de las autoridades locales o por inquietud de ciudadanos conscientes, se motiva a las personas a participar en los diversos programas que se tienen para manejar adecuadamente estos residuos.

En la actualidad, nuestro país no cuenta con ningún programa que prevea el manejo apropiado de los residuos peligrosos generados en los domicilios, como parte de los sistemas de manejo de los residuos sólidos municipales, ni tampoco están considerados por la normatividad actual relativa al manejo y control de los residuos peligrosos. Inclusive, la información al respecto es sumamente limitada, por lo que la población en general ignora los efectos que el manejo o la disposición inadecuados de estos materiales pueden causarles a ellos mismos, a los trabajadores y a los equipos que los manejan cuando se convierten en residuos y en última instancia al ambiente.

En este trabajo se hace una revisión de las experiencias que países norteamericanos y europeos han obtenido a lo largo de los años que tienen en el manejo especializado de estos residuos, desde la identificación de los principales materiales considerados como peligrosos domésticos, hasta las opciones de reciclaje y tratamiento aplicables a los materiales que se presentan en mayor cantidad.

Además, por medio de un estudio de campo, se determina la fracción porcentual de los residuos municipales que se incluyen en la categoría de residuos peligrosos domésticos de acuerdo a los listados elaborados en aquéllos países donde es común su manejo, e incluso en la normatividad mexicana referente a la identificación de los residuos peligrosos; aunque tal fracción se puede considerar pequeña en cada casa habitación, en el ámbito de una ciudad entera, la cantidad total seguramente ascenderá a varios cientos de kilogramos e incluso toneladas.

El sitio donde se llevó a cabo el estudio es una unidad habitacional ubicada al sur de la Ciudad de México, D.F., que se escogió por ser una zona de nivel socioeconómico medio, debido a que en estratos bajos, se supone una menor generación de residuos peligrosos, y en el estrato alto la generación es más alta, pero representa una parte muy pequeña de la población. Además, el tipo de recolección de residuos sólidos que se aplica en este lugar se adaptó perfectamente a la metodología de muestreo que se pretendía aplicar.

Entre más se conozca la cantidad y las características de los residuos peligrosos domésticos que se generan en nuestro país, será más fácil establecer una estrategia para su manejo, aprovechamiento y disposición final. Asimismo, la experiencia que arroja la realización del estudio puede servir como base para la elaboración de una Norma Oficial Mexicana que regule el manejo de los residuos peligrosos encontrados en los residuos sólidos municipales.

## 1.2. Objetivo General

Realizar un estudio de generación, determinando la cantidad de residuos peligrosos domésticos generados en una zona habitacional de clase media de la Ciudad de México, D.F. y que sirva como base para la propuesta de alternativas para el manejo adecuado de estos residuos.

## 1.3. Objetivos Particulares

- Revisar en la bibliografía lo referente a la legislación, las técnicas y los procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos domésticos en otros países.
- Identificar y cuantificar los residuos peligrosos domésticos de la Unidad Habitacional Integración Latinoamericana de México, D.F., mediante la realización de un estudio de generación.
- Investigar los riesgos que implica el manejo de estos residuos sin las precauciones necesarias consultando los medios impresos y electrónicos
- Proponer alternativas para su manejo adecuado con base en el estudio realizado.

## 1.4. Alcances y Limitaciones

- En este trabajo se proponen alternativas para el manejo adecuado de los residuos peligrosos originados en las viviendas
- Se hace una revisión bibliográfica de los estudios y experiencias de otros países sobre este tema.
- El trabajo de campo se realizó en una unidad habitacional que se considera representativa de la clase media.
- La descripción y clasificación de los residuos peligrosos detectados en el estudio se llevó a cabo únicamente por las características físicas de los residuos y no se incluyeron determinaciones de carácter químico ni bacteriológico.
- La investigación de los riesgos que representa su manejo inadecuado se realizó con base en una revisión bibliográfica y observación de campo.
- Para llevar a cabo el estudio de generación se adaptaron las Normas Oficiales Mexicanas relativas al muestreo y caracterización de los residuos sólidos municipales.

INSTITUTO DOS

# Antecedentes

## 2.1. El Ciclo de los Residuos Sólidos Municipales

Con el fin de ubicar el tema del presente trabajo en el contexto del manejo de los residuos, se presenta el ciclo de los residuos sólidos, el cual se puede separar en 6 etapas principales que son generación, almacenamiento, recolección, transferencia, recuperación y acondicionamiento de materiales reciclables y disposición final; la correlación entre las fases de este ciclo se muestra en la figura 2.1.

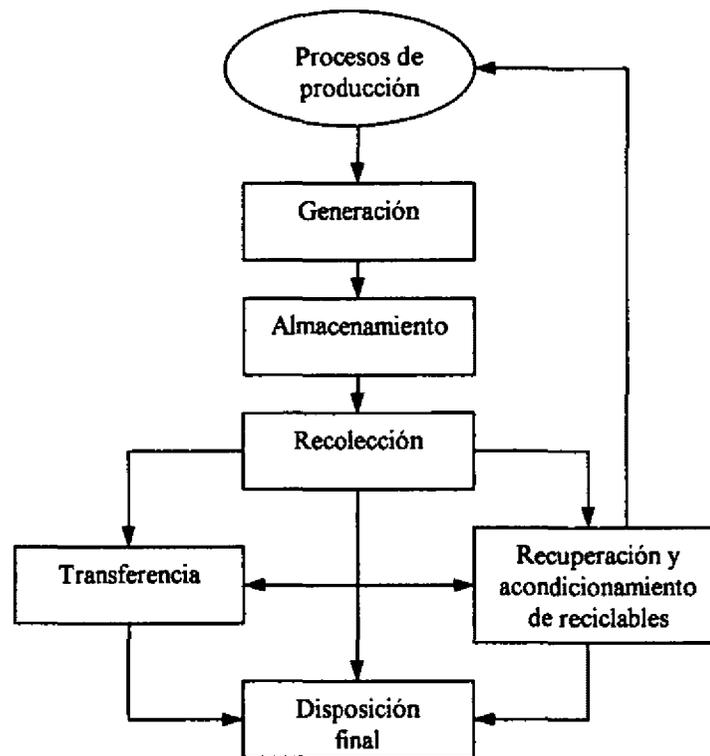


Figura 2.1. Ciclo de los residuos sólidos municipales  
 Adaptado de *Environmental Engineering*. Peavy, Rowe y Tchobanoglus. 1985

### 2.1.1. Generación.

Esta acción tiene lugar en las fuentes donde se producen los residuos, tales como los domicilios, comercios, oficinas o áreas públicas donde un material orgánico o inorgánico se identifica sin ningún valor adicional para la persona que lo empleó, siendo desechado para su posterior evacuación.

La cantidad y calidad de residuos sólidos municipales que se generan en cada lugar son primordiales; su precisa determinación es fundamental para que el resto de las etapas del

manejo integral de residuos se proyecte y finalmente funcione de manera adecuada. Es decir, la tasa de generación de residuos municipales correspondiente a una población determinada, es imprescindible, entre otros factores, para (a) la determinación del volumen apropiado de los dispositivos de almacenamiento, (b) calcular la capacidad necesaria que deberán tener las unidades recolectoras, (c) conocer la cantidad de materiales recuperables que puedan ser reintegrados al ciclo de los residuos sólidos municipales, (d) determinar el volumen con que deberá contar el sitio de disposición final para recibir los residuos generados en dicha población, por un período de tiempo establecido, (e) seleccionar acertadamente los equipos en las instalaciones de recuperación de materiales y de disposición final.

La tasa de generación de residuos municipales varía entre países, regiones y ciudades, dependiendo del grado de industrialización del lugar, los patrones de consumo y las costumbres locales; de esta manera, la tasa de generación puede variar, desde 1.9 kg/hab/día en Canadá o 1.5 kg/hab/día en los Estados Unidos, hasta 0.5 kg/hab/día en Guatemala y 0.4 kg/hab/día en lugares como India (Acurio et.al., 1998). De manera particular, la generación unitaria de residuos municipales por fuente generadora en la Ciudad de México, se presenta en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Generación Unitaria de RSM en México, D.F.

Tipos de fuentes generadoras	Subclasificación	Generación unitaria de residuos sólidos
Domicilios	Unifamiliar Plurifamiliar	0.605 kg/hab/día 0.772 kg/hab/día
Comercios	Tiendas de autoservicio Tiendas departamentales con restaurante sin restaurante Locales comerciales Mercados comunes especiales	2.527 kg/empleado/día  1.468 kg/empleado/día 0.766 kg/empleado/día 2.875 kg/empleado/día  2.143 kg/local/día 3.350 kg/local/día
Servicios	Restaurantes y bares Hoteles y moteles Centros educativos Centros de espectáculos y recreación cines estadios Oficinas	0.850 kg/comensal/día 1.035 kg/huésped/día 0.058 kg/alumno/día  0.012 kg/espectador/función 0.054 kg/espectador/evento 0.179 kg/empleado/turno

Tabla 2.1. Generación Unitaria de RSM en México, D.F... (Cont.)

Tipos de fuentes generadoras	Subclasificación	Generación unitaria de residuos sólidos
Instalaciones especiales	Terminal terrestre	2.418 kg/pasajero/día
	Terminal aérea	5.177 kg/pasajero/día
	Reclusorio	0.538 kg/interno/día
	Unidades médicas nivel 1	1.279 kg/consultorio/día
	nivel 2	4.730 kg/cama/día
	nivel 3	5.580 kg/cama/día
Áreas públicas	Espacios abiertos	0.163 kg/m <sup>2</sup> /día
	Vía pública	31.383 kg/m <sup>2</sup> /día
Generación unitaria per-cápita municipal		1.204 kg/habitante/día

Fuente: *Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos en Áreas Urbanas*, INE, SEMARNAP, AMCRESPAC, 1996

Por otra parte, la variación en la composición de los residuos municipales se debe a diversos factores, entre los que se pueden contar (Mugica et. al., 1996):

- El sitio de generación, ya que los residuos que se producen en una ciudad son diferentes que los de una granja, por las actividades realizadas en cada lugar.
- La época del año, ya que dependiendo de las costumbres locales, de temporada a temporada habrá variaciones notorias en la generación de determinados subproductos; por ejemplo, en diciembre se generan más residuos de cajas de cartón o envolturas de regalos.
- El nivel de vida, porque los residuos que se generan en los estratos socioeconómicos altos incluyen mayor cantidad de papel, cartón, y residuos de envases y embalajes, que en zonas con habitantes de menos recursos, donde predominan los residuos orgánicos.
- El clima, ya que se consumen diferentes tipos de productos en zonas de clima cálido que en lugares con clima frío.
- El día de la semana, ya que la gente desecha diferente tipo de basura los fines de semana y los días laborables.

En la tabla 1.2 se muestran datos representativos sobre la caracterización de los residuos municipales de diferentes países, donde se pueden apreciar las claras diferencias en la distribución de subproductos; es decir, a medida que aumenta el nivel de vida de los habitantes del país, mayor porcentaje de subproductos reciclables y menor de residuos orgánicos.

Tabla 2.2. Composición porcentual en peso de RSM en varios países

Subproducto	Estados Unidos	Japón	Europa	México	El Salvador	India
Cartón y papel	36.0	40.0	30.0	20.0	18.0	2.0
Metales	9.2	2.5	5.0	3.2	0.8	0.1
Vidrio	9.8	1.0	7.0	8.2	0.8	0.2
Textiles	2.1	-	3.0	4.2	4.2	3.0
Plástico	7.2	7.0	6.0	3.8	6.1	1.0
Orgánicos	26.0	-	30.0	50.0	43.0	75.0
Otros	9.7	49.5	19.0	10.6	27.1	18.7

Adaptado de *Apuntes de la Clase de Recolección y Almacenamiento de RSM*. Gutiérrez Palacios, 1998

Otros factores relacionados con la variación de la composición de residuos municipales son el peso volumétrico y la humedad presente en los residuos, los cuales, lógicamente aumentan a medida que se incrementa el porcentaje de residuos orgánicos.

### 2.1.2. Almacenamiento

El almacenamiento se hace necesario debido a la imposibilidad de contar con un sistema de recolección de residuos en el momento en que éstos se generan, y puede describirse como la retención temporal de los residuos sólidos en la fuente generadora.

Para seleccionar el tipo de dispositivo de almacenamiento que se debe emplear, es fundamental saber de qué manera se realizará el servicio de recolección, con qué frecuencia, la cantidad y características de los residuos generados en ese intervalo de tiempo y el espacio disponible para localizar dichos contenedores.

Estos dispositivos van desde bolsas de polietileno, recipientes plásticos, hasta tambos metálicos de 200 litros e incluso contenedores mayores, diseñados especialmente para ser vaciados por un cierto tipo de camiones recolectores, todo dependiendo del tipo de fuente generadora, vivienda unifamiliar, edificios plurifamiliares o instalaciones especiales.

En cualquier caso, una de las funciones que deben cumplir los contenedores es mantener los residuos alejados de la fauna nociva, tanto por salud pública como por estética, ya que un contenedor con tapa o bien cerrado impedirá la emanación de olores desagradables y la

proliferación de moscas y otros animales dañinos, que podrían ser vectores de enfermedades.

### *2.1.3. Recolección*

Es la acción de llevar los residuos sólidos desde su almacenamiento al equipo que los transporta a una estación de transferencia, una instalación de recuperación de materiales o al sitio de disposición final.

La recolección de residuos es complicada por la diversidad de lugares donde éstos se generan; aunado a esto, se encuentra el continuo crecimiento de la población a servir y el asentamiento de colonias irregulares, donde el servicio de recolección es problemático por la angostura de las vialidades, generalmente sin pavimentar y lo accidentado de la topografía.

Los factores determinantes de esta operación son el método de recolección utilizado y los equipos empleados para tal actividad. Los camiones recolectores realizan su labor siguiendo rutas de recolección específicas y de acuerdo con alguno de los métodos de recolección de residuos, de los cuales, los más importantes son:

- Método de recolección intradomiciliario, en el que debe haber un acuerdo entre los operarios del camión recolector y los usuarios en cuanto a la hora en que se dará el servicio, ya que es uno de los operadores quien entra a cada domicilio, recoge las bolsas de basura y las lleva al vehículo recolector.
- Método de acera, donde las personas, previo acuerdo de un horario, sacan sus residuos a la banqueta frente a sus domicilios, y cuando pasa el camión recolector, los operarios van recogiendo bolsa por bolsa y depositándola en el camión.
- Método de esquina o parada fija. Aquí primero se da un aviso cuando la unidad de recolección vaya a llegar a la parada establecida; entonces, los usuarios sacan sus residuos y los llevan hasta el punto de recolección, donde un operario los recibe y los deposita dentro del camión.
- Método de recolección por contenedores; en el cual los usuarios pueden llevar sus residuos a un contenedor a la hora que a ellos más les convenga y después el vehículo recolector llega y simplemente vacía dicho almacenamiento.

Las unidades recolectoras más utilizadas en la actualidad presentan características importantes. La mayoría cuenta con un sistema de compactación de residuos, lo que les permite llevar más residuos aún con el mismo volumen de la caja del camión, y la carga puede ser frontal, lateral o trasera, y cada tipo se adapta mejor a ciertas condiciones de recolección.

### **2.1.4. Transferencia**

Se refiere al traslado de los residuos de los vehículos de recolección a equipos de transferencia, que, con mayor capacidad que los primeros, transportan una mayor cantidad de residuos con costos menores. Tal operación se realiza con el objeto de aumentar la cobertura, ya que los camiones se pueden dedicar a la recolección porque no pierden tanto tiempo en el traslado de los residuos.

Esta actividad se lleva a cabo principalmente en ciudades muy grandes en extensión o en población servida, que impliquen que las distancias recorridas hasta los sitios de disposición o de recuperación de materiales serán grandes.

Los vehículos de transferencia tienen capacidad para transportar de 20 a 25 toneladas, lo que implica que puede recibir los residuos transportados al menos por 4 camiones recolectores. La carga de los tráilers se realiza dependiendo de la manera de operar de cada estación de transferencia:

- Estaciones de carga directa, donde los camiones recolectores descargan sus residuos directamente sobre la caja del vehículo de transferencia.
- Estaciones de carga indirecta, donde las unidades de recolección descargan sobre una fosa o una superficie delimitada, y la carga del vehículo de transferencia la realizan por medio de equipos auxiliares como grúas de almeja, cargadores frontales y tractores de hoja topadora.
- Estaciones de carga a contenedores, donde los vehículos recolectores descargan sus cajas sobre contenedores con sistemas de compactación, y cuando éstos se llenan, se transportan por medio de camionetas que los cargan tipo roll-on roll-off

### **2.1.5. Recuperación y acondicionamiento de reciclables**

Es el paso exclusivo de los materiales aptos para reintegrarse al flujo de materiales; aquí se les separa y prepara para volverlos a utilizar, o bien recibir un tratamiento posterior.

La separación puede ser mecánica o manual. Esta última técnica, que es la predominante en México, funciona con base en las características de los materiales que se piensan separar, y los métodos más comunes son:

- las cribas, que realizan la separación por diferencia de tamaños,
- los ciclones que separan los residuos por diferencia de sus pesos, y
- dispositivos magnéticos en los cuales se hace la separación de materiales ferrosos y no ferrosos

Las operaciones más comunes de acondicionamiento de materiales para su procesamiento posterior incluyen la disgregación o reducción de tamaño de las partículas, que se lleva a cabo en máquinas trituradoras y disgregadoras; y la compactación o reducción del volumen que ocupan los residuos, generalmente por medio de embaladoras y prensas. Finalmente, estos residuos se empaquetan, con lo que quedan listos para su transporte hacia las industrias que ven en ellos su materia prima y no el residuo que se desechó en los domicilios.

### *2.1.6. Disposición final*

Es el confinamiento permanente de los residuos en sitios especialmente acondicionados para prestar este servicio. Estos sitios pueden ser desde tiraderos a cielo abierto hasta rellenos sanitarios donde se trata de minimizar las afectaciones al ambiente causadas por dicha actividad, ya que, aunque son obras de ingeniería destinadas para dar alojamiento permanente a los residuos sólidos municipales, se adoptan medidas especiales para reducir al mínimo las emisiones de contaminantes al ambiente, por ejemplo:

- Antes de recibir cualquier tipo de residuos, se debe tender una capa impermeable, natural o sintética, y una red de drenaje de lixiviados, para prevenir la contaminación del suelo o cualquier manto acuífero cercano al lugar, provocada por estos líquidos.
- Cuando el sitio está en operación se debe procurar que se realice la cobertura diaria de residuos, de manera que no haya olores, dispersión de la basura, incendios, atracción de fauna nociva y vectores de diversas enfermedades
- Se instalan chimeneas para el desfogue del biogás, con lo cual se disminuye la probabilidad de incendios en la zona. Este gas se quema para evitar explosiones y además reducir la intensidad de las emisiones olorosas.
- Cuando el relleno sanitario ha cumplido su vida útil, se tiende una cubierta final que puede reforestarse con césped y plantas pequeñas, mejorando la estética de la zona, que después podría alojar instalaciones recreativas o útiles para los ciudadanos del lugar.

Sin embargo existen métodos de disposición que afectan gravemente al ecosistema como lo es la disposición a cielo abierto, relleno de minas abandonadas, arrojarlos en barrancas, ríos o arroyos, orillas de caminos y carreteras.

## **2.2. Los Residuos Peligrosos**

Fue hasta 1970 que se empezó a llamar de esta manera a los que hoy conocemos como residuos peligrosos, ya que antes de esta fecha sólo se les denominaba como residuos químicos o residuos especiales industriales (LaGrega et. al., 1996).

Los residuos peligrosos se convirtieron en materia de preocupación pública, más que otras razones, por los daños potenciales que pueden causar a la salud humana, y a este respecto hay una gran cantidad de casos documentados en que cierta población se vio afectada por determinado contaminante, debido a su exposición a confinamientos no controlados o por el manejo o disposición inadecuados de residuos peligrosos.

Entre los casos más sobresalientes por sus consecuencias y por la atención pública que se les prestó se encuentran los siguientes:

### Minamata, Japón

El problema se originó porque una industria local descargaba sus aguas residuales a la bahía de Minamata. El mercurio contenido en esa corriente reaccionó y formó compuestos orgánicos en los sedimentos, que se biacumularon en los pescados y mariscos de la bahía, principal alimento de los habitantes de la zona. A mediados de la década de los 50, comenzaron a presentarse casos con síntomas como entumecimiento de los dedos, lengua, boca, defectos en el habla, sordera y deficiencia visual. Después, muchos niños nacieron con parálisis cerebral y daños a nivel del sistema nervioso central. Posteriormente cesaron las descargas de agua contaminada con mercurio, pero miles de personas ya estaban afectadas con daños irreversibles a su salud (Soria, 1996).

### Love Canal

Entre 1920 y 1953 se depositaron en un canal -que nunca se utilizó como tal- los residuos municipales de la ciudad de Niágara y cerca de 20 000 toneladas de residuos peligrosos provenientes principalmente de la empresa Hooker Chemical Co. Cuando el terreno se rellenó y cubrió, lo adquirieron las autoridades educativas de Nueva York con la advertencia de los residuos que estaban enterrados en el lugar; sin embargo se permitió el asentamiento de muchas familias y una escuela pública. Pronto comenzaron a percibir fuertes y desagradables olores provenientes de las partes inferiores de las viviendas y en 1958 algunos niños presentaron quemaduras. En 1970 se llevó a cabo una investigación que comprobó la presencia de sustancias químicas, incluyendo dioxinas, que afectaban a casi 250 familias. Los gobiernos estatal y federal adquirieron dicho terreno, que después se incluyó en la lista del CERCLA (CCHW, 1999).

### Bhopal, India

En la noche del 2 al 3 de diciembre de 1984 ocurrió "el accidente industrial más grande de la historia", ocasionado por errores legales, de organización, tecnológicos y humanos, durante operaciones de mantenimiento en la fábrica de plaguicidas Union Carbide. Esa noche, una gran cantidad de agua entró a los tanques de almacenamiento de isocianato de metilo, provocando una reacción que liberaría cerca de 40 toneladas de ese compuesto a la atmósfera de Bhopal. Este gas, además de ser altamente tóxico, es más pesado que el aire y permaneció a ras de suelo, resultando en la muerte inmediata de cerca 4000 personas y más de 400 000 afectados (TED Case Studies, 1998).

Acontecimientos como éstos, sirvieron como acicate para que en muchos países se establecieran clasificaciones y emitieran listados de los residuos considerados como peligrosos y aunque varían en ciertos aspectos, todos tienden a destacar aquéllos residuos que presenten una elevada peligrosidad para la salud o el ambiente.

### *2.2.1. Definición*

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de enero de 1988, se consideran residuos peligrosos a todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

En este contexto, la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993, publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 22 de Octubre de 1993 reconoce como residuos peligrosos a aquellos residuos que se encuentren listados en alguna de las 4 tablas incluidas en:

- En la tabla 1 se clasifican los residuos peligrosos tomando en cuenta su giro industrial o el proceso que lo produjo.
- La tabla 2 clasifica a los residuos peligrosos de fuentes diversas y no específicas, y los residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos
- La tabla 3 menciona las materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas.
- En la tabla 4 se citan los residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosos en la producción de pinturas.

Además de los residuos a los que hacen alusión las tablas, en dicha norma también se considera peligroso aquel material que presente una o más de las siguientes características:

#### **Corrosividad**

Un residuo se considera peligroso cuando en estado líquido o en solución acuosa presenta un pH menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5; o bien, cuando en estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón a una velocidad de 6.35 mm o más por año.

#### **Reactividad**

Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando bajo condiciones normales se combina o polimeriza violentamente sin detonación; bajo condiciones normales, al ponerse en contacto con el agua en una relación residuo-agua 5:1, 5:3 o 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos; bajo condiciones normales cuando se

ponen en contacto con soluciones de pH ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N), en relación residuo-solución de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos; si posee en su constitución cianuros, sulfuros, que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H<sub>2</sub>S/kg de residuo; o si es capaz de producir radicales libres.

### **Explosividad**

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno; o si es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

### **Toxicidad al ambiente**

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando se somete a la prueba de extracción de toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-ECOL-1993 (Diario Oficial de la Federación, 22 de Octubre de 1993) y el lixiviado de la muestra representativa contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 de dicha norma en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.

### **Inflamabilidad**

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando en solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen; si es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C; cuando no es líquido, pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup>); o si se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

### **Biológico-infecciosas**

Un residuo se considera peligroso por sus características biológico-infecciosas cuando contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; o bien, si tiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a los seres vivos.

#### ***2.2.2. Clasificación de Residuos Peligrosos***

Hasta 1995, en los Estados Unidos se cuantificó una generación anual de residuos peligrosos que alcanzaba 214 millones de toneladas (USEPA, 1995c); en la Unión Europea, con sus 12 países miembros dicha cantidad asciende a 190 millones de toneladas (Jakobsen, 1996), y actualmente en México se estima que se producen 8 millones de toneladas anuales de estos desechos, de los cuales, sólo el 25 ó 30 % reciben tratamiento (CESPEDES, 1999).

Según su origen, los residuos peligrosos pueden clasificarse de acuerdo a diversos factores, como son su giro industrial o la cantidad que se genera en un solo sitio. De esta manera y de acuerdo a la clasificación propuesta por el banco mundial, se pueden diferenciar los residuos generados durante ciertos procesos bien definidos, como son (Fernández, 1999):

- Agricultura, silvicultura y producción alimenticia
- Extracción mineral
- Generación de energía
- Manufactura de metales
- Manufactura de productos minerales no metálicos
- Industrias químicas y afines
- Beneficio de metales, industrias automotrices y de ingeniería
- Industria textil, de piel y de madera
- Manufactura de papel, imprenta y publicidad
- Servicios hospitalarios, sanitarios y de salud
- Servicios comerciales y personales

Por otra parte, aunque una clasificación de este tipo sólo aplica en la normatividad norteamericana, si se atiende a la cantidad de residuos que se producen en una instalación, se podrían distinguir cuatro tipos de generadores:

### **Generadores de grandes cantidades**

Se consideran generadores de grandes cantidades a aquéllos establecimientos que produzcan más de 1000 kg de residuos peligrosos en 1 mes. Estos establecimientos son principalmente las industrias incluidas en el listado anterior, con excepción los últimos dos apartados; los residuos que en ellas se generan pueden ser (a) materiales usados, es decir, materias primas ya utilizadas, inservibles para cualquier otro proceso sin un tratamiento previo; (b) subproductos, o materiales generados en el proceso de fabricación de otros productos, que por sí mismos no pueden utilizarse en otro proceso; (c) residuos de tratamientos, son generalmente lodos que se generan por el tratamiento de aguas residuales o el tratamiento y la recuperación de otros residuos peligrosos; (d) residuos generados por otras causas, como la expiración de la fecha de caducidad, derrames o defectos en su fabricación.

### **Generadores de pequeñas cantidades**

Existe un gran número de empresas, básicamente las de servicios comerciales y personales, que producen cantidades considerables de residuos peligrosos, pero sin llegar al límite establecido para los grandes generadores; a estas se les considera generadores de pequeñas cantidades y son sobre todo aceite gastado y baterías ácido-plomo de talleres mecánicos, solventes, ácidos y álcalis provenientes de tintorerías o establecimientos de lavado en seco,

así como productos de laboratorios fotográficos o laboratorios de análisis, los cuales difícilmente sobrepasan 1000 kg de residuos peligrosos al mes.

### **Generadores de pequeñas cantidades condicionalmente exentos**

Los generadores de pequeñas cantidades condicionalmente exentos se incluyeron en la reglamentación norteamericana en 1986, en la CFR 40 parte 261.5, con algunas revisiones menores hechas en 1988. Se identifican dentro de este apartado a todos aquellos establecimientos que no generen más de 100 kg mensuales de residuos peligrosos o 1 kg de residuos peligrosos agudos (USEPA, 1995a); esto implica que si cumplen con ciertas condiciones, no necesitan manejar sus residuos de acuerdo con las regulaciones para pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos (Phifer, 1988). Sin embargo, están excluidos del cumplimiento de la mayor parte de la normatividad de cualquier país, lo que provoca que muchas veces sus residuos se disponen con el resto de la basura municipal.

### **Residuos de fuentes domiciliarias**

Los domicilios también son fuentes de generación de residuos peligrosos, ya que para su mantenimiento se emplea una gran cantidad de productos como solventes, pinturas, limpiadores, además de varios productos para el mantenimiento de automóviles, que al desecharse adquieren el carácter de residuos peligrosos; sin embargo, por la cantidad tan pequeña que se genera de manera individual en los domicilios, estos residuos se menosprecian, pero si se consideran junto con los que se producen en el resto de una ciudad, la cantidad resultante puede ser tan elevada como la que proviene de generadores de pequeñas cantidades (LaGrega, 1996).

CAPÍTULO TRES

**Revisión Bibliográfica  
de los Residuos  
Peligrosos Domésticos**

### 3.1. Definiciones

Aún cuando los materiales y residuos peligrosos domésticos han estado presentes de manera común en la mayoría de los hogares desde hace ya mucho tiempo, comenzaron a tomar importancia dentro de los sistemas de manejo de residuos sólidos municipales de los Estados Unidos de América, Canadá, Japón y algunos países de Europa Continental durante la segunda mitad de la década de los ochenta.

Muchos productos domésticos como solventes, pinturas, adhesivos, plaguicidas, ácidos y productos de limpieza cumplen con la definición de sustancias peligrosas; sin embargo, se pueden adquirir sin restricciones y al ser desechados pueden ser causa de accidentes. Si esos mismos productos fueran residuos de algún comercio, empresa o institución, su disposición se haría en una forma estrictamente regulada; pero en el ámbito doméstico, los usuarios están exentos de esas regulaciones y pueden disponer sus residuos de la manera que a ellos les convenga.

De manera particular se puede citar el caso de algunos de los residuos que están totalmente identificados como peligrosos dentro de la normatividad mexicana, como aceites lubricantes gastados, gasolina, aguarrás, acetona, pigmentos y alcohol etílico, así como los productos de desecho de las baterías alcalinas, níquel-cadmio y zinc-carbono, las baterías de desecho de mercurio y de plomo-ácido, los residuos de sangre humana, medicamentos y objetos punzocortantes usados, de los cuales se lleva un control riguroso de su manejo cuando se producen como parte de ciertas actividades comerciales, industriales o en su caso, en instalaciones de atención médica, pero que también se usan y desechan de manera habitual en pequeñas cantidades, en cada vivienda.

Además de este aspecto, se debe mencionar que casi todos los residuos peligrosos domésticos están elaborados con materiales que igualmente están clasificados como peligrosos en México y otros países, como se describe en la siguiente sección, y a pesar de esto, se pueden disponer sin ninguna restricción.

Dentro de los términos del Acta de Protección Ambiental 1990 (EPA 1990), emitida en Londres, Inglaterra, en la sección 34(4) se exentan a todos los particulares de cualquier responsabilidad al disponer su basura doméstica, aunque claramente algunos residuos domésticos entran bien en la definición de residuos controlados, en dicho documento (Kerrel y Heaven, 1994).

De la misma forma, en el subtítulo C, sección 261.4(b)(1) del RCRA, los residuos domiciliarios se excluyeron incondicionalmente de la clasificación de residuos peligrosos, aún cuando se acumulen en cantidades que otra fuente manejaría bajo estrictas regulaciones, y los únicos para los que se contempla un manejo reglamentado a nivel federal, en los Estados Unidos, son los plaguicidas, las pilas y los termostatos que, de acuerdo con el 40CFR parte 273, constituyen el grupo de *residuos universales* (CFR, 1996).

Asimismo, en fechas recientes, la USEPA ha determinado que las lámparas fluorescentes que no se reciclen, deben tratarse como un residuo universal y para su disposición se deben respetar los lineamientos que aplican para todos los residuos peligrosos (Environmental Mangement and Training, 1999)

Sin embargo, de manera general, a todos los residuos generados en los hogares pero potencialmente peligrosos, la USEPA los llamó *residuos peligrosos domésticos*, identificándolos como:

- A. Todos los materiales que generan individuos con residencia temporal o permanente, y materiales provenientes de los residuos domésticos; y
- B. Los que se encuentren listados en el 40CFR, parte 261.33 (e) o (f), o que sean peligrosos por tener características como inflamabilidad, corrosividad, reactividad y/o toxicidad en la prueba de extracción (Pollution Prevention Assistance Division, 1995).

La MPCA definió los residuos peligrosos domésticos como aquéllos productos que exceden los límites especificados por la USEPA para cualquiera de las características que definen como peligroso a un residuo, que son: inflamabilidad, toxicidad, corrosividad y reactividad, o que presentan un peligro para la salud o el ambiente cuando se usan, almacenan o disponen inapropiadamente *por fuentes no comerciales* (MPCA, 1998). Esta definición de manera general también es aceptada en Florida y en Iowa, pero en este último lugar se excluyen los jabones y detergentes, blanqueadores y productos de cuidado personal.

Por su parte, el Código de Salud y Seguridad de California define como residuos peligrosos domésticos aquéllos residuos que se generan de manera incidental por el mantenimiento de un lugar residencial pero no incluyen ningún residuo que se genere durante la operación de algún negocio establecido en una residencia.

Con base en las descripciones anteriores y atendiendo a la actualidad mexicana, se puede definir un residuo peligroso doméstico de manera general como aquél material, en cualquier cantidad, que presenta una o más características peligrosas (CRETIB), que se genera en los domicilios u otra fuente no comercial y que se dispone junto con el resto de los residuos sólidos municipales.

### **3.2. Residuos Peligrosos Domésticos Comunes en el Flujo de Residuos Municipales**

Los residuos peligrosos domésticos que se han identificado en el flujo de los residuos sólidos municipales son los que se mencionan en la tabla 3.1, agrupados en 5 categorías.

En los siguientes apartados, y con base principalmente en investigaciones realizadas sobre el tema en la Universidad de Missouri, en los Estados Unidos, se describe cada uno de esos materiales y se mencionan sus componentes y los efectos que puede ocasionar su uso inadecuado en la salud y el ambiente.

Asimismo, en el apéndice A se localiza una breve descripción de la mayoría de los componentes peligrosos de dichos materiales.

Tabla 3.1. Residuos peligrosos domésticos agrupados en categorías

<b>Categoría</b>	<b>Productos que la conforman</b>
Productos de mantenimiento automotriz	Gasolina, aceites del motor, anticongelante, cera y productos de limpieza automotriz, baterías, líquido para frenos y líquido de transmisión
Mantenimiento del hogar.	Pintura, barnices, thinner, removedores de pintura y barniz, adhesivos y solventes
Biocidas.	Insecticidas, repelentes de insectos, veneno para ratas, líquidos para maleza, talcos repelentes y collares antipulgas, bolas de naftalina, desinfectantes, líquidos para preservar la madera.
Productos de limpieza	Líquidos y cera para pulir muebles, destapacaños, limpiadores para muebles de baño, limpiadores para hornos, líquidos quitamanchas, blanqueador, amonio.
Varios	Cosméticos, aerosoles, limpiadores de calzado, medicamentos, pilas, materiales de artes, lámparas fluorescentes, combustibles

Adaptado de *Household Hazardous Products*. University of Missouri, USA, 1993

### 3.2.1. Productos de mantenimiento automotriz

#### Gasolina

##### *Constituyentes peligrosos.*

- Tetraetil plomo
- Benceno
- Dicloruro de etileno
- Metanol

La gasolina es un producto destilado del petróleo, es inflamable y altamente tóxico, ya que la gasolina con plomo contiene tetraetil plomo, un compuesto altamente tóxico y la gasolina sin plomo contiene compuestos con alto octanaje, como benceno, dicloruro de etileno y metano (University of Missouri, 1996).

La gasolina puede ser dañina para la salud si hay contacto o absorción a través de la piel, por inhalación de sus vapores o por ingestión. Los primeros síntomas de envenenamiento incluyen problemas en el habla, mareo y confusión. La sobreexposición puede resultar en coma y muerte. Los antioxidantes que se adicionan a la gasolina para protegerla de la

descomposición y la formación de resinas, pueden causar quemaduras en la piel y los ojos (University of Missouri, 1996).

## Aceite de motor

### *Constituyentes peligrosos*

- Plomo
- BPC
- Hidrocarburos

El aceite de motor es un producto destilado del petróleo, compuesto de 75% de aceite mineral, 20% de inhibidores y detergentes y 5% de mejoradores de la viscosidad. El aceite de motor usado, frecuentemente se contamina con plomo (de la gasolina), magnesio, cobre, zinc y otros metales pesados que recoge de la máquina, agua, tierra y polvo. Además, en algunos aceites puede detectarse la presencia de BPC's, debido al contacto que pudiera tener con los líquidos de la transmisión, que anteriormente contenían pequeñas cantidades de estos compuestos (Meza et. al., 1995).

Cuando el aceite de motor se ha usado, puede presentar un peligro para la salud a través de contacto y absorción con la piel, inhalación o ingestión y muchos de los problemas asociados con este producto se deben a la exposición a metales pesados como el plomo. Con cada exposición, estos metales pesados se van bioacumulando en el cuerpo hasta causar serios problemas de salud (University of Missouri, 1996).

En los Estados Unidos, se estima que el 14% de los aceites gastados que se generan proviene del cambio personal del aceite de los vehículos (Meza et. al., 1995).

## Anticongelante

### *Constituyente peligroso*

- Etilen glicol

Como el principal componente del anticongelante es el etilen glicol, su ingestión puede causar depresión, seguido de fallas respiratorias y cardiacas, daño en los riñones y en el cerebro. Los fabricantes de anticongelante están obligados a advertir en la etiqueta de los daños que puede causar su ingestión, así como poner en los envases tapas difíciles de abrir para los niños, lo cual minimiza el riesgo de ingestión accidental. Sin embargo, cuando el producto se dispone inapropiadamente, se puede amenazar la salud de las mascotas, ya que su sabor dulce los induce a beber de los charcos de anticongelante que se encuentren (University of Missouri, 1996).

## Baterías ácido-plomo

### *Constituyentes peligrosos*

- Ácido sulfúrico
- Plomo

Las baterías de celda húmeda que usan los automóviles, lanchas y tractores son baterías de celda húmeda, que contienen plomo en una solución de ácido sulfúrico, por lo que también se les llama baterías ácido-plomo. El contenido de tales materiales en cada batería es alto, ya que la cantidad generalmente varía entre 7 y 9 kg de plomo, además de 4 a 7.5 litros de ácido sulfúrico en cada batería (Adams et.al., 1996); por esto, están prohibidas en los rellenos sanitarios de muchos estados de la Unión Americana.

Las baterías para vehículos de motor, por un amplio margen, constituyen la principal aportación de plomo al flujo de los residuos sólidos municipales, totalizando un porcentaje de 65% en 1986, pero variando entre 50 y 85% entre 1970 y 1986 (USEPA, 1989). Cuando la batería se activa, la solución electrolítica produce gases que tienen una fácil ignición. Por esto, los fabricantes de baterías que contienen ácido sulfúrico deben usar etiquetas que adviertan a los consumidores de los daños del ácido y los gases que se acumulan.

## Líquido de transmisión automática

### *Constituyente peligroso*

- Aceite mineral
- Glicoles

El líquido de la transmisión automática se compone principalmente de aceite mineral; es inflamable a altas temperaturas y sólo es tóxico si se ingiere o se aspira. Sin embargo, cuando ya está usado contiene metales pesados como el plomo, los cuales pueden causar daños severos en el sistema nervioso central de los animales cuando se dispone de manera inapropiada (University of Missouri, 1996).

## Cera para autos

La cera para autos en pasta tiene un contenido típico de nafta de petróleo del 75 al 85% y el restante 15 a 25% de cera. La nafta es inflamable e irritante, y puede entrar al cuerpo mediante inhalación, ingestión y contacto con la piel u ojos y después de exposiciones prolongadas o repetidas, la piel puede comenzar a cuartearse y experimentar sensibilidad a la luz solar (University of Missouri, 1996).

## Diesel y keroseno

Tanto el diesel como el keroseno son productos destilados del petróleo y son inflamables. El keroseno se usa en lámparas domésticas, calentadores y pequeños hornos; como combustible en máquinas y como solvente de grasas y plaguicidas. El diesel tiene un punto de ebullición mayor al del keroseno y se usa como combustible en algunas máquinas que lo requieren (University of Missouri, 1996).

Ambas sustancias pueden dañar la salud a través de la ingestión, inhalación, así como contacto y absorción en la piel. Los primeros síntomas de un envenenamiento incluyen confusión, inquietud y temblores; una sobrexposición puede llevar a la depresión del SNC con síntomas de embriaguez, seguidos por náusea y dolor de cabeza, y eventualmente pueden concluir en coma y muerte. La aspiración del líquido a los pulmones puede ocurrir durante la ingestión y el vómito, lo que puede provocar neumonía química y lesiones en estos órganos. La ingestión del keroseno es un problema especial, ya que muchas veces en los hogares se almacena de manera inapropiada en envases vacíos de alimentos, como botellas de refresco, de donde los niños los pueden ingerir (University of Missouri, 1996).

## Limpiador del carburador

### *Constituyentes peligrosos*

- Metanol
- Acetona
- Tolueno
- Isopropanol
- 2-Butoxietanol
- Metil etil cetona
- Xilenos
- Hexanos

Sus componentes principales, en volumen, son tolueno, acetona y metanol, por lo que es un producto extremadamente inflamable y volátil, y su envase, aún cerrado puede explotar si se expone a altas temperaturas, flamas, chispas o alguna otra fuente de ignición. (Berriman Products, 1993)

Las rutas de exposición de este producto incluyen la inhalación, la ingestión y el contacto con la piel y los ojos, provocando irritaciones, dermatitis, lagrimeo y enrojecimiento de los ojos, dolor abdominal, náusea, vómito y diarrea, dependiendo de la ruta de exposición. (Berrimar Products, 1993)

Debido a sus características, el envase vacío también debe considerarse peligroso.

## Limpiador del motor (desengrasante)

### *Constituyente peligroso*

- Solventes clorados
- Desodorante base solvente
- Destilado aromático pesado
- Trietanolamina
- Dióxido de carbono

Es un producto volátil y tanto el líquido como sus vapores son combustibles, por lo que debe mantenerse alejado del calor, fuego, chispas o aparatos eléctricos durante su manejo o almacenamiento. (Berriman Products, 1993)

Los limpiadores de carburador pueden afectar el organismo a través del contacto con la piel y los ojos, la inhalación y la ingestión, dañando los ojos, los pulmones, la piel y el SNC, por lo que puede ser fatal si se ingiere. (Berriman Products, 1993)

### *3.2.2. Productos para el Mantenimiento del Hogar*

## Pintura

### *Constituyentes peligrosos*

- Solventes orgánicos.
- Metales pesados

La mezcla de pintura más común es aquella que contiene de 5 a 25% de pigmentos y 75 a 95% de solventes, y el tipo de pigmento y solvente usados definen en gran proporción el grado de toxicidad que tendrá la pintura. Las pinturas pueden ser peligrosas si sus humos se inhalan o si la pintura se ingiere. Otro peligro asociado con algunas pinturas es su inflamabilidad. La etiqueta debe indicar si la pintura a usar es inflamable o no (University of Missouri, 1996).

Los pigmentos proporcionan el color y la capacidad para cubrir que tenga una pintura. Los principales pigmentos que se usan actualmente incluyen el óxido de titanio, óxido de hierro, sulfato de calcio, arcillas y silicatos, los cuales son relativamente no tóxicos, pero algunos otros pigmentos, con alta capacidad para dar color sí pueden contener metales pesados como cromo, cadmio e incluso, arsénico. (University of Missouri, 1993b)

Con excepción de la pintura de látex, que tiene agua como solvente, los solventes comúnmente usados en las pinturas incluyen esencias minerales, tolueno, xileno y otros solventes destilados de petróleo. Estos solventes pueden irritar los ojos, la piel y los pulmones y la inhalación de sus vapores puede ocasionar dolor de cabeza, náusea, mareos y fatiga. Dichos vapores se pueden acumular en espacios cerrados y áreas con poca

ventilación y los síntomas agudos y crónicos de una intoxicación incluyen desde debilidad muscular hasta daños renales y problemas respiratorios. Debido a la alta concentración de solventes en pinturas de aceite y barnices, se debe evitar el uso de estos productos durante el embarazo. Las pinturas para interiores a base de agua pueden ser de baja toxicidad, a menos que se ingieran grandes cantidades (University of Missouri, 1996).

Anteriormente, las pinturas para exteriores se fabricaban con pequeñas cantidades de mercurio como plaguicida, para proporcionar una leve resistencia adicional, por lo que pueden ser altamente tóxicas al ingerirse; sin embargo, a partir de 1991 el uso de mercurio está prohibido por la USEPA tanto en la fabricación de pinturas para interiores como para exteriores. De la misma manera, hasta antes de su prohibición en 1973, se utilizaba plomo como pigmento en la fabricación de pinturas, pero esto no impide que, debido al tiempo que se puede tener almacenada una pintura, aún se sigan encontrando botes de pintura con mercurio o plomo en la basura doméstica (USEPA, 1990).

La pintura se puede utilizar siempre que se pueda mezclar al moverla; la pintura con base de aceite puede utilizarse aún después de 15 años de haberla adquirido; la pintura de agua es útil con menos de 10 años de antigüedad si no se ha congelado y descongelado en repetidas ocasiones (University of Missouri, 1996).

Si la pintura se ha solidificado en la lata, ésta se puede disponer con el resto de los residuos domésticos en el relleno sanitario.

## Removedor de pintura y barniz

### *Constituyentes peligrosos*

- Benceno
- Cloruro de metileno
- Tolueno
- Fenol
- Cresol

Hay una amplia variedad de fórmulas de productos que remueven pintura y barniz; la mayoría contienen solventes orgánicos que son inflamables y peligrosos para la salud, aunque también hay algunos que no son inflamables, pero si entran en contacto con una fuente de calor pueden producir gases tóxicos (University of Missouri, 1996).

Los removedores de pintura y barniz pueden contener algunos ingredientes peligrosos como alcohol isopropílico, metanol, cloruro de metilo, productos destilados del petróleo, tolueno, tricloroetano xileno y benceno; éste último ya no se usa actualmente en los removedores de pintura y barniz, pero puede estar presente en algunos productos de relativa antigüedad. Los demás ingredientes pueden dañar el cuerpo por contacto y absorción con la piel, ingestión e inhalación. El cloruro de metileno, un ingrediente común en este tipo de productos, es un narcótico poderoso que puede descomponerse en el cuerpo y formar

monóxido de carbono, provocando una disminución en los niveles de oxígeno de la sangre. Se han presentado casos de ataques al corazón en personas con problemas cardíacos que utilizan estos productos (University of Missouri, 1996).

## Pegamentos y adhesivos

### *Constituyentes peligrosos*

- Naftaleno
- Fenol
- Etanol
- Cloruro de vinilo
- Formaldehido
- Acrilonitrilo

La mayoría de los pegamentos contienen solventes que se evaporan cuando se aplica el producto, dejando atrás sólo la fracción sólida del adhesivo. Los adhesivos de goma, de plástico, los instantáneos y las resinas epóxicas contienen cinco solventes peligrosos que los hacen extremadamente inflamables. Algunos adhesivos son irritantes a la piel y los pulmones causando cierta sensibilidad y alergias, mientras que otros llegan a causar quemaduras en la piel y los ojos. Muchos de los solventes usados en los adhesivos y los pegamentos tienen efectos narcóticos y algunas veces fatales cuando se inhalan en grandes concentraciones. La inhalación de los humos de resinas epóxicas curadas puede resultar en ataque de tos y espasmos bronquiales por varios días (University of Missouri, 1996).

Los pegamentos instantáneos contienen pequeñas cantidades de solventes que se evaporan con rapidez, por lo que pueden ser considerados de baja toxicidad, pero hay otras consecuencias que se podrían mencionar: los pegamentos instantáneos pueden unir tan rápido y fuerte que el más pequeño escurrimiento en la piel puede llevar a una situación indeseable y algunas veces peligrosa, aunque la liberación ocurra en menos de 24 horas. Los pegamentos más seguros en el mercado son el pegamento blanco, el engrudo y las barritas de pegamento entre otros (University of Missouri, 1996).

## Solventes

Un solvente es una sustancia que disuelve otra sustancia, como las esencias minerales que disuelven la pintura. El agua, el solvente más común, es inorgánico porque no contiene carbonos, pero muchos de los solventes usados en el hogar son orgánicos, todos los cuales son peligrosos.

Los productos que contienen casi el 100% de un solvente son thinner, líquidos de limpieza en seco, removedores de manchas, desengrasante, turpentina y removedor de barniz para uñas. Los productos que se componen parcialmente de solventes son aceites para madera, pegamentos, aerosoles, productos para limpieza del calzado, limpia alfombras y pinturas de

aceite. Los solventes pueden ser inflamables, tóxicos o poner en riesgo la salud a través de la absorción cutánea y la inhalación. Algunos de los efectos ocurren inmediatamente, mientras que otros como problemas en el hígado y los riñones, defectos de nacimiento y desórdenes nerviosos, se desarrollan lentamente (University of Missouri, 1996).

Si se absorben a través de la piel, pueden pasar fácilmente al torrente sanguíneo, donde pueden filtrarse al hígado y los riñones, la primera defensa del cuerpo contra las sustancias tóxicas. Los vapores de los solventes se inhalan fácilmente causando irritación en la nariz y garganta y daño a los tejidos pulmonares. Los derrames o vapores de los solventes pueden causar severos daños a los ojos, especialmente si se usan lentes de contacto blandos, ya que los lentes pueden absorber los solventes y fijarse a los ojos; además, muchos solventes tienen un efecto adverso en el sistema nervioso central, produciendo efectos de narcosis o embriaguez, los cuales pueden dañar permanentemente las funciones normales y la inhalación intencional de solventes puede resultar en inconciencia e incluso la muerte (University of Missouri, 1996).

Otros problemas de preocupación que acarrea el uso de los solventes son de tipo ambiental. Durante el uso normal, los vapores de los solventes escapan hacia la atmósfera, donde contribuyen a la formación de contaminantes atmosféricos precursores del smog; además, si se disponen de forma inapropiada, los solventes contribuyen a la contaminación del agua subterránea (University of Missouri, 1996).

### *3.2.3. Biocidas*

#### **Repelentes de insectos**

##### *Constituyentes peligrosos*

- Butopironoxil
- Dimetil ftalato
- Dietil toluamida
- Etanol
- Alcohol terbutílico

Como su nombre lo indica, los repelentes de insectos alejan mosquitos, zancudos y otros insectos, previniendo a las personas de mordeduras o picaduras. Entre los ingredientes activos de estos productos se encuentran: dietil toluamida; dimetil ftalato, etilhexanodiol, indalona, di-n-propilisocincoronato, bicicloheptano, dicarboxamida y tetrahidrofuraldehído. Al menos 5 casos de exposiciones tóxicas se han reportado debido a absorción dérmica de dietil toluamida, que es común en doce de los 15 repelentes de insectos examinados por la USCPSC (University of Missouri, 1996).

Los síntomas de una sobreexposición incluyen mareos, dolor de cabeza, pérdida del apetito y de coordinación, ansiedad, cambios de conducta y confusión mental. La ingestión de una gran dosis de repelente de insectos puede causar pérdida de coordinación, depresión del

sistema nervioso central y posible coma. Además, debe manejarse fuera del alcance de fuentes de ignición, flamas y chispas y evitar mezclarlo con oxidantes fuertes, ya que puede reaccionar (Vermont SIRI, 2000).

## Bolitas de naftalina

### *Constituyentes peligrosos*

- Paradiclorobenceno
- Naftaleno.

Las bolitas de naftalina son un material sólido, volátil y de olor distintivo que se usa como repelente de polillas, pero por su aspecto y tamaño los niños pueden confundirlas con dulces. Este material es venenoso cuando se ingiere y pueden presentarse ataques en menos de una hora. Las bolitas contienen 100% de naftalina o paradiclorobenceno. Ambos ingredientes pueden producir efectos dañinos cuando entran al tracto respiratorio a través de la inhalación por períodos prolongados; entonces, se presenta irritación en la nariz, garganta y pulmones, dolor de cabeza, confusión, excitación o depresión, y daños en el hígado y los riñones (University of Missouri, 1996).

Las bolitas que contienen naftaleno son de especial preocupación, ya que pueden provocar la hidrólisis de los glóbulos rojos de la sangre, resultando en anemia hemolítica. Este padecimiento, en sus primeras etapas puede causar sólo fatigas, pero en los casos más severos puede ocasionar fallas renales graves. Los niños más pequeños están sujetos a un riesgo particular, ya que se han reportado envenenamientos de infantes después de haberlos vestido con ropas guardadas cerca de las bolitas de naftalina, de donde se deduce que la sustancia se puede absorber a través de la piel (University of Missouri, 1996).

En la etiqueta de advertencia de este producto se puede leer "evite la inhalación prolongada de sus vapores", lo cual está reñido con su uso normal. Simplemente por la naturaleza de sus ingredientes, las bolitas de naftalina emiten fuertes olores, vapores que cualquier persona puede oler. Estos vapores tienden a saturar el ambiente entero de la habitación donde se colocan y algunas veces la casa entera, lo que hace prácticamente imposible evitar la inhalación prolongada de sus vapores. La situación se puede complicar más adelante, cuando las bolitas se colocan en roperos o cuartos con poca ventilación, donde los vapores pueden alcanzar altas concentraciones, absorbiéndose entonces en la ropa, las sábanas y ropa de cama, provocando la exposición directa de las personas que las utilizan. En general, las bolitas que tienen paradiclorobenceno pueden ser un poco más seguras, ya que no causan anemia hemolítica (University of Missouri, 1996).

## Conservadores de madera

### *Constituyentes peligrosos*

- Pentaclorofenol
- Creosota
- Naftenato de cobre

Los materiales conservadores de madera son productos que contienen biocidas que protegen la madera de las plagas y la putrefacción. Los conservadores de madera más usados y altamente tóxicos son los que contienen creosota, compuestos inorgánicos de arsénico y pentaclorofenol (University of Missouri, 1996).

En noviembre de 1986, su venta en los Estados Unidos se restringió y a partir de entonces sólo los pueden adquirir las personas que cuenten con un permiso para su compra, ya que se ha demostrado que la creosota y los compuestos inorgánicos con arsénico son cancerígenos a los seres humanos, así como el pentaclorofenol lo ha sido a los animales de laboratorio; además, se les ha asociado con daños genéticos y defectos de nacimiento. La USEPA sugiere que el uso de estos materiales debe dejarse a los profesionales, quienes deberán aplicar al menos dos capas de algún sellador a cualquier mueble tratado con conservadores de madera (University of Missouri, 1996).

## Desinfectante

### *Constituyentes peligrosos*

- Amonio
- Detergentes
- Cresol.
- Hidróxido de sodio
- Fenol
- Aceite de pino.

Los desinfectantes son sustancias que destruyen o evitan el desarrollo de agentes infecciosos. Por su naturaleza, el contacto con la piel y sus vapores pueden ser irritantes y corrosivos al sistema respiratorio y la piel. Los desinfectantes son especialmente peligrosos cuando se rocían como aerosoles, ya que pueden ingerirse fácilmente a través de la boca y nariz (The Butcher Company, 1999)

Los desinfectantes pueden contener uno o más sustancias peligrosas como amonio, detergentes catiónicos, cresol, hidróxido de sodio, fenol o aceite de pino; por ello, nunca deben usarse cerca de alimentos, animales y niños (University of Missouri, 1996).

## Raticidas

### *Constituyentes peligrosos*

- Warfarina.

Los venenos para ratas son unos de los productos domésticos más peligrosos. Por la naturaleza de sus constituyentes y para el fin que fueron diseñados, puede causar hemorragias internas en personas y mascotas, en caso de ingestión accidental (University of Missouri, 1996).

## Insecticidas

### *Constituyentes peligrosos*

- Organofosfatos
- Carbamatos
- Isopropanol
- Destilados de petróleo

Estos productos son inflamables y al contacto provocan irritación de los ojos y la piel; además, su inhalación en grandes concentraciones ocasiona neumonía química (Vermont SIRI, 2000)

### *3.2.4. Productos de Limpieza*

## Limpiadores multiusos

### *Constituyentes peligrosos*

- Hidróxido de amonio
- Hidróxido de sodio
- Hipoclorito de sodio
- Etilen glicol

Los ingredientes de los limpiadores multiusos son una combinación de detergentes, agentes corta grasa y en algunos casos solventes y desinfectantes. Estos productos pueden contener uno o más ingredientes peligrosos como amonio, etilen glicol, hipoclorito de sodio y fosfato trisódico; dependiendo de los ingredientes que contenga cada limpiador en particular pueden presentar propiedades irritantes leves o fuertes para la piel, ojos, nariz y garganta, además de ser corrosivos si se ingieren, ya que los productos a base de hidróxido de amonio o de sodio pueden presentar rangos de pH desde 10.5 a 14.0. Si el uso es continuo pueden presentarse irritaciones crónicas. (The Butcher Company, 1999).

Los limpiadores que contienen fosfatos pueden provocar contaminación del agua y los limpiadores con amonio nunca deben mezclarse con productos con cloro. (The Butcher Company, 1999)

## Limpiadores de aluminio

### *Constituyente peligroso*

- Ácido fluorhídrico

Muchos limpiadores de aluminio contienen ácido fluorhídrico, que es extremadamente corrosivo y tóxico, ya que corroe la piel y los tejidos muy profundamente, dañando los músculos y tendones hasta llegar al hueso, donde el fluoruro se neutraliza con los depósitos de calcio. Las molestias de las quemaduras pueden durar desde algunos minutos hasta horas, dependiendo de la concentración (University of Missouri, 1996).

## Blanqueadores

### *Constituyente peligroso*

- Cloro

Los blanqueadores domésticos comunes contienen aproximadamente 5% de hipoclorito de sodio en solución. El líquido blanqueador con base de cloro y sus vapores son irritantes a la piel, ojos, nariz y garganta, y puede provocar dermatitis si entra en contacto directo con la piel. Su ingestión puede provocar lesiones en el esófago, irritación estomacal, náusea y vómito por tiempo prolongado. Cuando el blanqueador se mezcla con sustancias como amonio, vinagre o líquido para destapar cañerías se pueden formar gases tóxicos que provocan accesos de tos, pérdida de la voz, sensación de ardor y sofocación, e incluso la muerte, por eso nunca se debe mezclar el blanqueador con otro limpiador (University of Missouri, 1996).

## Limpia alfombras

### *Constituyentes peligrosos*

- Percloroetileno
- Naftaleno
- 2 butoxietanol
- n-butano
- metasilicato de sodio
- etoxilato de nonil fenol

Los productos destinados a la limpieza de alfombras y tapetes son corrosivos, ya que su pH va de 12.6 a 13.0 (The Butcher Company, 1999)

## Detergentes

La palabra detergente se refiere a los productos de limpieza doméstica, generalmente para ropa y trastos, que no contienen jabón, sino surfactantes sintéticos. Hay varios tipos de detergentes, que incluyen los de lavado manual y automático de platos, enzimas y con bajo contenido de fosfatos (University of Missouri, 1996).

Todos estos productos contienen detergentes catiónicos, aniónicos o no-iónicos. Los detergentes catiónicos son los más tóxicos cuando se ingieren, presentando síntomas que incluyen náusea, vómito, convulsiones y coma, en un periodo tan corto como cuatro horas después de la ingestión, ya que se absorben fácilmente. Los detergentes aniónicos presentan menor toxicidad, ya que de manera aislada provocan irritaciones locales leves en la piel y los ojos, pero los aditivos de este tipo de detergentes los convierten en cáusticos y alcalinos. Los detergentes no-iónicos son de baja toxicidad, causando cuando más, leves irritaciones en la piel y mucosas y sin efectos de peligro por su ingestión. (University of Missouri, 1996).

Los detergentes son responsables de varios envenenamientos en el ámbito doméstico. Parte del problema lo ocasionan las cajas, que con colores brillantes y almacenadas en lugares accesibles, son una tentación para los niños más pequeños. Por otra parte, existe la creencia que los detergentes con bajo contenido de fosfatos son mas seguros, sin embargo, aunque son menos dañinos para el ambiente, son 1000 por ciento más cáusticos que los detergentes fosfatados, lo que implica que pueden causar serias quemaduras aún si la cantidad que se ingiere es muy pequeña. (University of Missouri, 1996).

Para reducir el riesgo de ingestión accidental se puede considerar el uso de detergentes en polvo o granulados, ya que de esta manera no se confunden con otras bebidas.

## Limpiadores de cañerías

### *Constituyentes peligrosos*

- Hidróxido de sodio
- Acido sulfúrico

Los productos químicos que se usan para limpiar cañerías, también conocidos como destapacaños, son extremadamente corrosivos. Pueden contener hidróxido de sodio o ácido sulfúrico como ingredientes más comunes, dichas sustancias actúan desintegrando los materiales que obstruyen el flujo normal del agua en esas tuberías, pero funcionan de la misma manera cuando entran en contacto con la piel; de igual forma, sus vapores son

peligrosos. Si la casa cuenta con fosa séptica, el destapacaños también atacará la población microbiana necesaria para su funcionamiento; de esta manera, no es una buena práctica su uso constante como medida preventiva (University of Missouri, 1996).

Al igual que otros limpiadores, no se recomienda su combinación con otros productos de limpieza, ya que pueden producirse gases indeseables o reaccionar violentamente, provocando posibles salpicaduras a la piel. Si la tubería sigue taponada aún después de la aplicación del producto, lo más conveniente es llamar a un profesional y especificarle qué producto se utilizó, para que tome las precauciones necesarias y proceda de la manera más adecuada (University of Missouri, 1996).

Aún cuando en la etiqueta del producto se lea "no cáustico" o "no corrosivo", se debe atender a sus ingredientes, ya que puede ser venenoso si se ingiere o inhala en grandes concentraciones.

## Líquidos quitamanchas y para limpieza en seco

### *Constituyentes peligrosos*

- Tetracloruro de carbono
- Percloroetileno
- Tricloroetano
- Naftas
- Benceno
- Tolueno

Anteriormente, el tetracloruro de carbono era ampliamente usado en los productos de limpieza del hogar, sin embargo, debido a su toxicidad ya está prohibido su uso en este tipo de productos (University of Missouri, 1996).

El sustituto que se maneja en la actualidad es el percloroetileno, el cual es un solvente volátil no inflamable que ingerido en grandes cantidades es mortal. Hay cierta preocupación en cuanto a la inhalación, crónica o aguda, de este producto, ya que ocasiona en primer lugar, la depresión del sistema nervioso central y tiende a acumularse en la leche materna (Lyman, 1999).

Otros productos químicos de elevada toxicidad comúnmente encontrados en los quitamanchas incluyen tricloroetano, dicloruro de etileno, nafta, benceno y tolueno (University of Missouri, 1996).

Actualmente, de acuerdo a un estudio realizado por el Departamento de Salud Pública de Massachusetts y el Instituto Silent Spring con sede en Newton, se sospecha que los productos para limpieza en seco de la ropa, así como algunos de jardinería pueden aumentar la incidencia de cáncer de mama (Lyman, 1999).

## Limpiadores de pisos

### *Constituyentes peligrosos*

- Aceite de pino
- Destilados de petróleo
- Monoisopropilamina
- Naftas

Puede causar irritaciones leves en los ojos, la piel, y si se ingiere en el tracto digestivo, y no debe mezclarse con materiales incompatibles como oxidantes fuertes. (The Butcher Company, 1999)

## Productos para pulir muebles

Hay tres tipos generales de productos comerciales para pulir muebles, éstos son: solventes, emulsiones y aerosoles. Cada tipo contiene productos químicos específicos, que facilitan la aplicación de la cera o el aceite en la superficie del mueble. Los pulimentos con solventes utilizan este producto para disolver el aceite o la cera a una forma líquida; los que contienen emulsiones funcionan suspendiendo la cera en un líquido, comúnmente agua; por último, los aerosoles son como cualquiera de los anteriores, pero enlatados a presión (University of Missouri, 1996).

La mayoría de los productos para pulir son inflamables y pueden contener amonio, nafta, nitrobenzeno, destilados de petróleo y fenol (University of Missouri, 1996).

Los daños a la salud que se asocian con más frecuencia al uso de los pulimentos son la inhalación de sus vapores, especialmente de los aerosoles, y el envenenamiento a través de la ingestión, ya que algunos de estos productos tienen apariencia llamativa y tentadora para los niños, porque pueden parecer leche y hasta bebidas de fresa (University of Missouri, 1996).

## Limpiadores para vidrio y ventanas

### *Constituyentes peligrosos*

- Amonio
- Isopropanol.

Los limpiadores para vidrio contienen alcohol isopropílico o amonio, agua y colorantes; esta mezcla puede ser levemente irritante a los ojos, piel, nariz y garganta (The Butcher Company, 1999).

## Limpiadores para hornos

### *Constituyentes peligrosos*

- Hidróxido de sodio
- Hidróxido de potasio
- Isobutano

La mayoría de los limpiadores para hornos contienen lejía (con base de hidróxido de sodio o potasio), por lo que el pH de estos productos puede ser hasta de 12.0. Por la naturaleza de sus ingredientes, ya sea en forma de aerosol, líquido, en pasta o polvo, este producto puede causar quemaduras en la piel, los ojos o los órganos internos, además de reaccionar violentamente si se mezcla con ácidos fuertes. (The Butcher Company, 1999)

En forma de aerosol es especialmente peligroso, ya que las pequeñas gotitas que se forman se pueden depositar en la piel, los ojos y la sensible superficie de los pulmones, por eso se deben evitar los limpiadores en aerosol (University of Missouri, 1996).

## Limpiadores de muebles para baño

### *Constituyentes peligrosos*

- Bisulfato de sodio
- Ácido oxálico
- 5-Dimetildantoina
- Acido clorhídrico
- Fenol
- Monometil éter de propilen glicol
- Sales de ácidos orgánicos

Altas concentraciones del producto pueden producir irritación en los ojos, la piel y los órganos internos, ya que dependiendo de los componentes, su pH puede ser entre 0.3 y 1.2 si es ácido y de 11.0 a 12.0 si en el producto se indica libre de ácidos. (The Butcher Company, 1999)

### *3.2.5. Varios*

## Pilas

### *Constituyentes peligrosos*

- Níquel

- Cadmio
- Litio
- Mercurio

Las baterías de celda seca o pilas se usan para encender lámparas, radios, relojes de pulsera, aparatos para mejorar la audición, cámaras, calculadoras, juguetes y otros aparatos domésticos. Estas baterías pueden contener zinc, plomo, álcalis, mercurio, níquel, cadmio, plata y electrolitos. (University of Missouri, 1996).

Si las pilas explotan o dejan escapar las sustancias químicas que contienen, pueden causar quemaduras internas y externas, así como irritación. Las pilas pueden explotar por dos razones principales: si se intenta recargar pilas no recargables se pueden producir gases que generan presión suficiente como para que la pila se rompa; y cuando se arrojan al fuego. Si las pilas se muerden o perforan, también pueden producir fugas de su contenido. Desechar este tipo de pilas implica un claro peligro al ambiente, ya que, como se mencionó, contienen metales pesados que se pueden acumular y concentrar en la vida acuática y silvestre, y también en humanos, cuando se libera el contenido de las pilas (University of Missouri, 1996).

En cuanto al comportamiento de las pilas en los sitios de disposición final ha habido pocos estudios. De éstos se ha concluido que la descomposición de las pilas puede tardar décadas, pero eventualmente se puede presentar la migración de los metales pesados al suelo y al agua subterránea, dependiendo de factores como la carga remanente en la pila, el tipo de material de cubierta y las condiciones a las que se exponga en el sitio de disposición final (Steinwachs, 1990)

Entre 1970 y 1986, la cantidad de cadmio que entraba al flujo de los residuos sólidos en los Estados Unidos procedente de las pilas recargables níquel-cadmio incrementó considerablemente, de 53 a 930 toneladas, lo que ya constituía más del 50% del total de cadmio en la basura doméstica; en ese entonces, se proyectó que para el año 2000 dichas baterías contribuirían con 2 035 toneladas y siempre con tendencia creciente, hasta que no se encuentre un remplazo para este tipo de productos (USEPA, 1989).

En cuanto a la aportación de mercurio, la tendencia es a la inversa, ya que la cantidad de dicho metal en los residuos sólidos municipales procedente de pilas domésticas en 1989, se calculó en 621.2 toneladas, es decir, 87.6% de todo el mercurio hallado en la basura urbana de la Unión Americana; sin embargo, se prevé que esta cantidad va a disminuir hasta 98.5 toneladas para el año 2000 (USEPA, 1990), debido a que constantemente se ha estado reduciendo la cantidad de mercurio en las pilas domésticas: hasta antes de 1989, una pila alcalina podía contener hasta 1% de su peso de mercurio, pero a partir de 1990, al menos tres grandes fabricantes empezaron a comercializar pilas con menos de 0.025% en peso de mercurio (Adams et. al., 1996)

## Lustradores de calzado

Muchos productos comerciales para lustrar calzado pueden contener tricloroetileno, cloruro de metileno o nitrobenceno, los cuales se pueden absorber fácilmente a través de la piel y se sospecha su carcinogenicidad. Por esta razón, nunca se deben usar zapatos que no hayan secado perfectamente; además, mientras esto suceda o cuando se esté realizando el trabajo se debe evitar la ingestión de bebidas alcohólicas, ya que en presencia del alcohol, se agudizan los efectos del nitrobenceno, que se perciben cuando las uñas, labios y lóbulos de las orejas muestran un tono azulado; los resultados pueden ser fatales (University of Missouri, 1996).

## Colorantes para telas

Hay muchos tipos de colorantes, cuyo uso depende del tipo de tela a teñir. Algunos de ellos son conocidos por su toxicidad o corrosividad, otros pueden causar alergias y otros más tienen efectos en la salud a largo plazo, como el cáncer. Los efectos crónicos que presentan algunas tintas sintéticas y naturales no se han investigado completamente, pero se sabe que muchos de los productos que se usan para teñir telas son peligrosos a través del contacto con la piel y la inhalación (University of Missouri, 1996).

La mayoría de los colorantes para telas requieren sustancias adicionales que sirven para fijar el color en las fibras, algunos ejemplos que se pueden citar son el amonio, ácido oxálico y dicromato de potasio (University of Missouri, 1996).

Los colorantes naturales requieren el uso de un fijador y se fabrican a partir de pigmentos de plantas, insectos y algas. Estas tintas se utilizan para teñir telas como algodón o seda y por si mismas no representan un peligro por inhalación, pero deben tenerse precauciones cuando se ha mezclado con el fijador (University of Missouri, 1996).

Los colorantes disponibles para realizar teñidos caseros son casi en su totalidad colorantes directos y se pueden utilizar con algodón, lino y rayón. Entre sus ingredientes se encuentra la bencidina y sus derivados, que son altamente tóxicos a través de la inhalación e ingestión y posiblemente a través de absorción dérmica, además de ser sustancias cancerígenas (University of Missouri, 1996).

## Tintes para el cabello

### *Constituyentes peligrosos*

- Cloruro de cadmio
- Cloruro de cobalto
- Cloruro cúprico
- Acetato de plomo
- Nitrato de plata

- p-Propielndiamina
- 2-amino-etanol
- hidróxido de amonio
- ácido mercaptoacético

Estos productos tienen un olor característico a amoniaco, por lo que deben emplearse en áreas ventiladas. Su ingestión puede causar efectos como embriaguez, inconciencia e incluso la muerte; además, todos los ingredientes de los tintes para el cabello provocan irritaciones en las mucosas o sensibilización de las áreas expuestas, por lo que se requiere hacer una prueba de 24 horas previa a la aplicación del producto (Vermont SIRI, 2000).

## Aerosoles

### *Constituyentes peligrosos*

- Clorofluorocarbonos

Los productos en aerosol, como pinturas, desodorantes o fijadores para el cabello contienen un ingrediente activo y un líquido o gas propelente, que se enlatan a presión, como mínimo de 40 lb/plg<sup>2</sup>. Los aerosoles presurizados son por si mismos explosivos y pueden ser inflamables, y el producto que expiden puede ser corrosivo o venenoso, como es el caso de los limpiadores para hornos; por esto requieren de un manejo cuidadoso (University of Missouri, 1996).

Los aerosoles deben usarse con cuidado, ya que las partículas tan finas que emite el envase de un producto en aerosol se pueden respirar muy fácilmente, llegando a los pulmones, de donde se pueden absorber al torrente sanguíneo. De esta manera, un producto inofensivo para la piel puede volverse extremadamente peligroso si se inhala como vapor. Los efectos agudos a la salud incluyen dolor de cabeza, náusea, mareo, dificultad para respirar, irritación en ojos y garganta, erupciones en la piel, quemaduras, inflamación en los pulmones y daños en el hígado (University of Missouri, 1996).

La inhalación intencional de algunos aerosoles, por los efectos estimulantes de sus ingredientes, ha causado la muerte de varios adolescentes norteamericanos (University of Missouri, 1996).

Los envases de aerosoles nunca deben calentarse ni almacenarse en lugares cerca de fuentes de calor, como estufas, hornos o la luz solar directa, ya que los gases que contienen pueden ser precursores de otros más tóxicos, como ácido clorhídrico, fluorhídrico y fosgeno (University of Missouri, 1996).

Por otra parte, el uso de aerosoles que contenían CFC's provocaba su liberación a la atmósfera. Debido a sus características, estas sustancias no pueden eliminarse como la mayoría de las partículas, por medio de los tres procesos generales que se llevan a cabo en la atmósfera: absorción de la luz solar, disolución en agua (de lluvia) y oxidación, por lo

que pueden llegar a la capa de ozono y destruir sus moléculas, resultando en un adelgazamiento de dicho estrato (Revista *Ambiente Ecológico*, 1998); esto ocasionó que la radiación ultravioleta llegara a la superficie terrestre con mayor facilidad, lo que puede provocar un aumento en la incidencia de cáncer en la piel, envejecimiento prematuro y daños a la vista.

Sin embargo, aunque los CFC's que habitualmente contenían estos aerosoles se están sustituyendo por otros gases, estos sustitutos son más inflamables y explosivos, como el butano o el propano, o bien también dañan, aunque en menor medida la capa de Ozono, como el HCFC (Nodo 50, 1997).

## Desodorantes de ambiente

### *Constituyentes peligrosos*

- Formaldehído
- Destilados de petróleo
- Diclorobenceno
- Propelentes de aerosoles
- Fragancias

Los desodorantes de ambiente trabajan en una de las siguientes cuatro formas: interfiriendo con nuestra capacidad para percibir los olores, con un agente que insensibiliza los nervios; cubriendo los conductos nasales con una imperceptible película oleaginosa; disfrazando un olor con otro; y, las menos de las veces, destruyendo el olor desagradable (University of Missouri, 1996).

Los desodorantes de ambiente pueden causar leves irritaciones en los ojos y los tractos digestivo y respiratorio, así como provocar dermatitis y dañar los pulmones cuando se inhalan en altas concentraciones o por tiempos prolongados. Los productos que eliminan olores pueden contener también cultivos bacteriales que si bien no son patógenos, sí pueden provocar infecciones al entrar en contacto con heridas expuestas. Además, los desodorantes en pastillas son venenosos si los niños o las mascotas los ingieren (The Butcher company, 1999).

## Medicamentos

Los medicamentos tienen una gran variedad de ingredientes que, al administrarse inapropiada o accidentalmente, pueden causar efectos adversos en la salud. Los envenenamientos por medicamentos que se reportan con mas frecuencia son por analgésicos, psicotrópicos, drogas cardiovasculares, antibióticos y anticonceptivos, que son prescritos a un adulto, pero que quedan al alcance de un menor. (Carrillo, 1997)

En general se debe tener precaución con cualquier tipo de medicamento, pero aquéllos destinados para tratar el cáncer son especialmente tóxicos y deben manejarse bajo estricto control médico (University of Missouri, 1996).

### Productos para mascotas (Champú, spray, polvo y collar antipulgas)

#### *Constituyentes peligrosos*

- Organofosfatos
- Carbamatos

Algunos champús para pulgas todavía contienen el insecticida lindano, de aquí que aún en pequeñas cantidades, estos productos puede ser muy tóxicos para humanos y animales (University of Missouri, 1996).

### Productos fotográficos

- Tiosulfato de amonio
- Sulfito de sodio

Los productos fotográficos son sustancias que se usan para procesar las películas y realizar las impresiones. Esta categoría incluye una amplia variedad de productos: Kodak, el mayor fabricante de sustancias químicas para fotografía, tiene en el mercado más de 20 000 productos (University of Missouri, 1996).

Los productos fotográficos que se usan con mayor frecuencia a nivel doméstico son el revelador y el fijador de fotografías en blanco y negro, ya que el revelado de películas en color es más complejo y por lo general son productos que requieren un manejo muy especializado, que pueden causar irritaciones en la piel, los ojos y los pulmones, y si se calienta pueden generar vapores tóxicos de azufre y amonio (Allied Photo Products, 2000).

Esos productos son tóxicos al ingerirse e inhalarse y los productos ácidos que se utilizan pueden producir quemaduras e incluso la ceguera; otros productos contienen benceno, que como se ha mencionado es cancerígeno. (Allied Photo Products, 2000).

Cuando los productos de revelado fotográfico están en forma de polvo tienen una vida más larga que cuando se encuentran como líquidos concentrados; sin embargo, los polvos son más fáciles de inhalar, y cuando se disuelven se producen pequeñas gotitas de vapor, produciendo que estos productos lleguen a los pulmones (University of Missouri, 1996).

## Productos químicos para albercas

Durante el mantenimiento de albercas e incluso tinas y jacuzzis, se utilizan algunos productos de limpieza, desinfectantes y para balancear el pH, que debe estar siempre entre 7.2 y 7.6, y para que permanezcan en ese rango se les adicionan ciertas sustancias, como ácido muriático o disulfato de sodio para bajar el pH y carbonato de sodio para elevarlo (University of Missouri, 1996).

Los desinfectantes se utilizan para remover algas, bacterias, gérmenes, suciedad y materia orgánica acarreada en el cuerpo de las personas y aún en el viento. Estas sustancias trabajan oxidando la materia orgánica y el cloro es el producto que se emplea con más frecuencia, ya sea en dilución como hipoclorito de sodio, o en forma sólida como hipoclorito de calcio. Muchas veces este tratamiento no es del todo efectivo para combatir las algas, por lo que se usan altas dosis de cloro, sulfato de cobre, o bien se le agrega un detergente catiónico que mate las algas (University of Missouri, 1996).

Por la naturaleza de sus ingredientes, muchos de los productos que se describieron son corrosivos y peligrosos para la salud si se derraman en la piel o los ojos (University of Missouri, 1996).

## Lámparas fluorescentes

### *Constituyente peligroso*

- Mercurio

El uso de lámparas fluorescentes está creciendo en popularidad. El problema con estos productos es que contienen mercurio, a diferencia de las lámparas incandescentes, que no poseen sustancias agresivas para el ambiente, con excepción del plomo de la soldadura.

Las cantidades de mercurio en cada lámpara van desde 5 mg en las lámparas pequeñas hasta 20 mg en los tubos y si se desea reducir la cantidad de mercurio en cada aparato, se sacrifica la calidad de iluminación (Kulik, 1993).

## 3.3. Cantidades de residuos peligrosos domésticos encontradas en diversos lugares

Desde que las instituciones públicas y privadas comenzaron a interesarse en el tema de los residuos sólidos y su manejo adecuado, se han realizado una gran cantidad de estudios para caracterizar el flujo de los residuos; no obstante, son pocos los que han tenido la intención de identificar también el porcentaje de residuos peligrosos en los residuos municipales.

A continuación se mencionan brevemente los resultados obtenidos en estudios que se han hecho en algunas ciudades de Estados Unidos, Europa y México.

### 3.3.1. California

En 1979, en el condado de Los Angeles, California se llevó a cabo uno de los primeros estudios en que se estimaron los tipos y cantidades de componentes peligrosos y no peligrosos de los residuos municipales en los rellenos sanitarios y en una estación de transferencia al sur de California. Se identificaron los subproductos en 155 toneladas de residuos mediante clasificación manual, aislando todos los envases y contenedores de productos peligrosos y determinando su contenido en peso.

Se concluyó que la presencia de residuos peligrosos domésticos era reducida, ya que más del 90% de los envases estaban vacíos; aquí se estimó que el porcentaje de residuos peligrosos en sus instalaciones de manejo de residuos sólidos era aproximadamente 0.13%, del cual sólo la quinta parte venía de fuentes residenciales.

A este estudio le siguieron otros en diversas partes de dicho estado, en los que además se trató de relacionar a los residuos identificados con su fuente generadora, es decir domésticos, comerciales-industriales o mediante la estimación del porcentaje de acuerdo con lo que se recibió en los sitios de recolección de residuos peligrosos domésticos (auto entrega). Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Porcentajes de residuos peligrosos domésticos, California, EE.UU.

Localización	Fecha	Porcentajes		
		D	C-I	A
Condado de Los Angeles	1981	0.0045	0.24	-
Condado de Marin	1986	0.40	-	-
Condado de San Mateo	1987	0.29	-	0.59
Santa Cruz	1988	-	-	0.39
Berkeley	1988-89	0.20	0.60	-
Condado de Sacramento	1989	0.27	0.20	0.29
Burbank	1990	0.40	1.09	-
Sunnyvale	1990	0.09	0.45	3.09
Palo Alto	1990-91	0.37	0.08	-
Condado de Tulare	1991	0.47	0.83	0.04
Condado de Del Norte	1991	0.83	0.09	-
Stockton	1991	0.28	0.01	1.22

D = Doméstico  
 C-I = Comercial-Industrial  
 A = Autoentrega

Fuente: Residuos Peligrosos Domésticos. John C. Glaub. 1996

### 3.3.2. Arizona

En la Universidad de Arizona, en Tucson, se mantenía un programa permanente de caracterización de residuos domiciliarios desde 1973; pero a principios de la década de los '80, los esfuerzos se encaminaron también a la identificación de residuos peligrosos domésticos, con el objetivo principal de contar los envases y contenedores de residuos peligrosos. Los resultados mostraron que cada año se desechan aproximadamente 100 productos peligrosos por casa habitación, lo que significa para la ciudad 11 millones de esos artículos anualmente (Dorian, 1988).

### 3.3.3. Nuevo México

De acuerdo con un estudio realizado en la ciudad de Albuquerque, Nuevo México, en 1983 por el Departamento de Salud Ambiental y Energía, la generación anual de residuos peligrosos en los residuos municipales de la ciudad fue de 800 toneladas y el porcentaje de se estimó en 0.5% (Dorian, 1988).

### 3.3.4. Estado de Washington

Washington fue uno de los primeros lugares donde se enfrentó seriamente el problema de los residuos peligrosos en el flujo de los residuos municipales. De hecho fue aquí, en 1985, donde se publicó el primer estudio científicamente estructurado que se llevó a cabo en los Estados Unidos de cuantificación y análisis de residuos peligrosos domésticos.

En este estudio se cuantificaron la incidencia y composición de los residuos peligrosos no regulados en los residuos municipales del condado King, encontrando aproximadamente 1500 productos peligrosos en las 30 toneladas de residuos que se clasificaron a lo largo del estudio. Sin embargo, debido a que éste se influyó por circunstancias particulares, sus resultados no podían extrapolarse a otro flujo de residuos (Savage et. al., 1986).

Tabla 3.3. Composición porcentual de residuos peligrosos domésticos en Washington, EE.UU.

Categoría	Porcentaje	
	Bruto	Neto
Pintura	63.60	63.0
Productos reparación/decoración	9.50	9.6
Limpiadores	4.7	4.8
Productos para automóviles	6.3	6.5
Productos de jardinería	3.7	3.5
Otros artículos	12.2	12.6
<i>Total</i>	100.0%	100.0%

Más recientemente pero en este mismo lugar, entre agosto de 1994 y julio de 1995, las autoridades de la División de Agua y Recursos Terrestres de la ciudad de Seattle, realizaron un estudio de caracterización de los residuos peligrosos domésticos recibidos en las dos instalaciones permanentes que funcionan en la localidad, con el objetivo principal de identificar los materiales que entregaba cada usuario y en qué cantidad; de la caracterización que se hizo se encontraron porcentajes indicados en la tabla 3.3 (Cascadia Consulting Group, 1996)

### 3.3.5. Florida

Del mismo modo, la USEPA, la SWANA y la Autoridad de Residuos Sólidos del condado de Palm Beach, Florida, llevaron a cabo un estudio de cuantificación y caracterización de residuos peligrosos domésticos en dicho condado, desde el otoño de 1993 al verano de 1994. El estudio tuvo como objetivos la cuantificación en peso bruto y peso neto, de las toneladas de residuos peligrosos domésticos que se disponen al año junto con los residuos sólidos municipales y las que llegan a la instalación permanente de colección de residuos peligrosos domésticos, así como el cálculo de la tasa de separación de estos desechos (USEPA, 1995b)

De la clasificación de los residuos peligrosos domésticos, se obtuvieron los siguientes porcentajes:

Tabla 3.4. Composición porcentual de residuos peligrosos domésticos en Palm Beach, Florida, EE.UU.

Categoría	% dispuesto		% separado		% total	
	bruto	neto	bruto	neto	bruto	neto
Materiales p/automóviles	16.6	18.2	33.2	34.1	19.47	21.6
Pinturas	4.0	4.0	32.0	32.9	8.81	10.3
Otros inflamables	35.1	33.2	5.3	4.0	29.98	26.9
Limpiadores (no-aerosol)	14.6	9.5	0.6	0.6	7.38	7.6
Plaguicidas	8.8	14.8	1.4	1.2	12.34	11.9
Baterías	2.3	2.6	23.3	23.9	5.93	7.2
Misceláneos	18.6	17.7	4.2	3.3	16.09	14.5
<i>Total</i>	100	100	100	100	100	100

Adaptado de: *Household Hazardous Waste Characterization Study for Palm Beach County, Florida*. USEPA. 1995

Asimismo, se encontró que el total, en peso neto, de residuos peligrosos domésticos que se dispone al año es de 695 toneladas, y que la cantidad que se lleva a la instalación permanente es de 195 toneladas, para un total de 884 toneladas de residuos peligrosos

domésticos, de las 700 000 toneladas que se generan al año de residuos sólidos municipales en Palm Beach; basándose en estos números, aproximadamente 0.13% de los residuos son peligrosos domésticos.

### 3.3.6. Minnessota

En 1989, la legislatura de Minnessota ordenó que, debido a las condiciones particulares de la región, la Agencia para el Control de la Contaminación de Minnessota debía realizar un estudio detallado de la composición de residuos sólidos a lo largo del estado. La agencia dividió el estudio en dos partes; en la primera, realizada entre 1990 y 1991 se enfocó a los residuos del área no metropolitana, y la segunda parte, de 1991 a 1992, fue para el área metropolitana; en la tabla 3.5 se observan los porcentajes encontrados de residuos peligrosos domésticos en cada condado (MPCA, 1992, 1993).

Tabla 3.5. Porcentaje de RPD encontrado en varias ciudades del estado de Minnessota, EE.UU.

Lugar	Porcentaje
<i>Area no metropolitana</i>	
Winona	0.5
Itasca	1.0
Lyon	0.7
Tri-County	0.9
Becker	0.6
<b>Promedio</b>	<b>0.74</b>
<i>Area metropolitana</i>	
Anoka	0.4
Newport	0.5
Pine Bend	0.4
BPTS	0.5
HERC	0.8
<b>Promedio</b>	<b>0.52</b>

### 3.3.7. País Vasco

En esta comunidad autónoma de España se estima que la generación de residuos peligrosos domésticos asciende a 9 480 ton/año, lo que supone alrededor de 1.33% de los residuos sólidos municipales generados y un índice de 4.47 kg/hab/año (Revista *Residuos*, 1997).

El primer ensayo que se llevó a cabo en estas latitudes se realizó en los meses de junio y julio de 1995 en el municipio de Vitoria-Gaseiz, con el fin de obtener datos que sirvieran como base para diseñar un programa de recolección de residuos peligrosos generados en los hogares y para ello se realizaron 5 jornadas de recolección de residuos peligrosos domésticos. El esquema se repitió posteriormente en el municipio de Bilbao, entre octubre y noviembre de 1996, con 8 jornadas del mismo tipo. Los resultados que se obtuvieron en ambas ocasiones se observan en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Cantidades de residuos peligrosos domésticos recogidas en Vitoria-Gaseiz y Bilbao, en el País Vasco, España.

Residuos Sólidos	Kg		Residuos líquidos	Kg	
	V-G	B		V-G	B
Lociones y cosméticos	4.2	2.4	Ácidos usados	36.8	17
Productos de limpieza	12.8	73.4	Básicos usados	57.4	8.8
Radiografías	50	61.4	Disolventes usados	65.4	33.5
Fitosanitarios y plaguicidas	50.7	16.1	Aceites usados (motor)	93.1	110.8
Aerosoles y sprays	34.6	40.7	Aceites usados (domésticos)	24.8	30.6
Ceras y colas	11	70.4	Disolventes clorados	-	29.2
Pilas alcalinas	35.3	187.5	Gasolinas	-	1.8
Pilas botón y Hg	0.3				
Medicamentos	27.6	69.9			
Pinturas y barnices	175.6	299.2			
Baterías	482	242			
Fluorescentes	0.5	-			
Envases aceite motor	19.4	-			
Envases prod. disolventes	8	-			
Envases prod. fotográficos	5	-			
Varios (sin clasificar)	18.2	180.3			
<b>Total residuos sólidos</b>	<b>935.4</b>	<b>1243.3</b>	<b>Total residuos líquidos</b>	<b>277.5</b>	<b>231.7</b>
<b>Total Residuos (sólidos y líquidos)</b>				<b>1212.9</b>	<b>1475.0</b>

### 3.3.8. México

En el caso de nuestro país, es muy limitada la información que se encuentra al respecto; Alejandro Merín, Director para el Manejo de Residuos Peligrosos de CONIECO señala que hay una gran cantidad de desechos peligrosos domiciliarios mal canalizados (Higuera, 1998); por su parte, Ana María Vázquez Campos, de AMCRESPAC, menciona que la cantidad de residuos peligrosos domésticos en los residuos municipales asciende a 0.33% (Vázquez et. al., 1994) y la Dra. Elvira Santos, profesora de la Facultad de Química de la UNAM, estima que dicha cantidad es de 0.01% con respecto al total de los residuos municipales generados (Periódico *La Jornada*, 1998).

### 3.4. Prácticas para el Manejo de Residuos Peligrosos Domésticos

Los programas de manejo de residuos peligrosos domésticos han surgido por motivación de autoridades locales o estatales, pero también por parte de grupos de ciudadanos e incluso de industriales, y a lo largo de su operación han beneficiado a muchas comunidades de diversas maneras:

- Pueden reducir los riesgos a la salud y el ambiente, debidos al almacenamiento y a la disposición inapropiados de este tipo de residuos.
- Pueden reducir la responsabilidad que tienen las comunidades de realizar una limpieza posterior, cuando el sitio de disposición se contamina por la disposición inadecuada de los residuos peligrosos domésticos.
- Los programas de manejo de residuos peligrosos domésticos ayudan a que los habitantes tomen conciencia sobre el riesgo potencial asociado a estos residuos, al mismo tiempo que se fomenta la cultura del reciclaje y manejo de residuos en general, ya que, aunque su estructura puede variar, la gran mayoría de los programas, además de realizar la colecta de los residuos, cuenta con campañas de educación e información para los usuarios.

En los Estados Unidos, el número de programas de recolección se incrementó de manera impresionante desde 1980 en que se llevaron a cabo los 2 primeros proyectos, logrando que para 1990 la cifra aumentara a 859 programas y a más de 1650 de ellos en 1994, en los que se incluyen días de recolección y 226 instalaciones permanentes que están abiertas al menos una vez por mes (Dann, 1995 y USEPA, 1993).

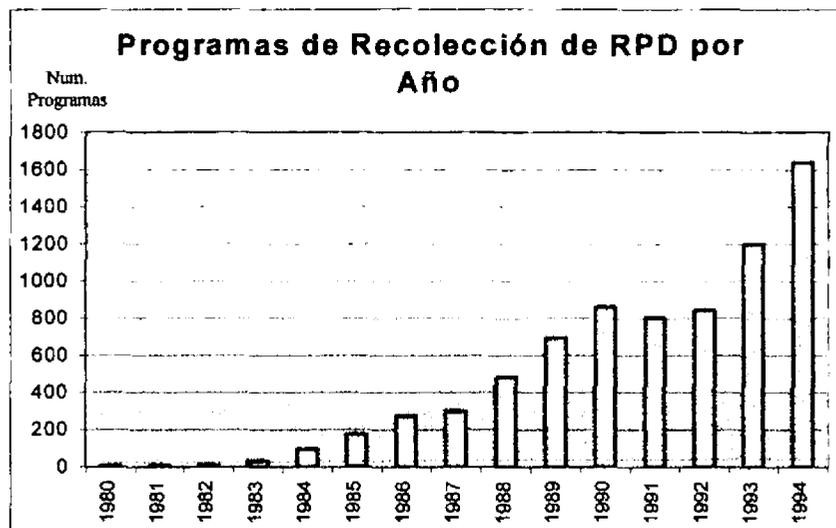


Figura 3.1. Programas de recolección de RPD por año (1980 a 1994) en Estados Unidos

Fuente: *HHW Management Programs Sweep Across de U.S.*  
 Carolyn Dann; *Revista World Wastes*

Actualmente, los programas de manejo de residuos peligrosos domésticos están bien establecidos en los Estados Unidos y se están volviendo cada vez más comunes en países como Canadá y algunos europeos, incluyendo a Alemania, Francia, Dinamarca, Austria, Suiza, Suecia, Noruega, Finlandia, Islandia y Holanda, y en menor proporción, Inglaterra (Kerrel y Heaven, 1994). En estos países, se están implantando planes de recolección selectiva desde el origen o el desvío de ciertos residuos del flujo tradicional de la basura, para su manejo correcto. Estos proyectos, por motivos de eficacia, conveniencia y de no conducir al desánimo de la población y los organizadores, se han ido desarrollando de forma progresiva, poniendo en marcha programas piloto en sitios estratégicos y con residuos de fácil recolección (López, 1996).

Aunque se conservan los aspectos distintivos de los esquemas, de una localidad a otra pueden encontrarse variaciones en cuanto a la naturaleza de los residuos que reciben e incluso, el tipo de usuarios a los que prestan el servicio, ya que en un principio, se aprovechaban los programas para recolectar por igual residuos de fuentes domiciliarias y comerciales, pero a partir de 1992, la USEPA limitó el uso de estos programas sólo a las fuentes domiciliarias (Darcey, 1992); ocasionalmente, también se establece una cantidad máxima por usuario, para evitar que los residuos de generadores de pequeñas cantidades, aunque entren en la clasificación de peligrosos domésticos, tengan que manejarse dentro de estos proyectos.

A continuación se describen las características de cada uno de los programas que se han puesto en marcha exitosamente en los países mencionados.

#### *3.4.1. Programas de recolección de un día*

Su objetivo es recoger, en un lugar establecido, los residuos peligrosos generados en los hogares y llevarlos a sitios determinados donde se encargarán de su manejo o disposición.

Éste ha sido el recurso más común donde se ha implementado el manejo de los residuos peligrosos domésticos como una práctica habitual; a estos programas se les ha llamado días de amnistía, días de recolección de residuos peligrosos domésticos, días de limpieza de sustancias químicas domésticas, colectas de residuos de riesgo moderado o días de recolección de residuos tóxicos del hogar.

En estos programas, los residentes llevan sus residuos peligrosos al lugar de recolección en el día anunciado para este fin.

Al llegar, normalmente se les entregan cuestionarios, con el objeto de recopilar la información necesaria sobre los usuarios del programa, el tipo de residuos que llevan, las prácticas previas de manejo y disposición de sus residuos y las necesidades de la comunidad respecto al programa; asimismo, reciben hojas de información sobre el manejo adecuado de los residuos peligrosos domésticos, incluyendo la reducción en la fuente (Ver figura 3.2).



Figura 3.2. Recepción del vehículo en el lugar de recolección de RPD



Figura 3.3. Descarga de los RPD por parte del personal autorizado

Fuente: HHW Management. City of Palo Alto, California, USA.

Los vehículos llegan a la zona de recepción, y a partir de ese momento, el personal calificado del programa será quien se encargue del manejo de los residuos peligrosos transportados, como se observa en la figura 3.3.

Ellos inspeccionan los residuos y los llevan hacia la zona de selección; y en caso de encontrar sustancias no identificables o sin su envase original, preguntan a los usuarios el contenido de dicho envase, y si no sabe, al menos para qué se utilizaba. Una vez que les han recibido sus residuos, los vehículos salen por la ruta señalada.

En la zona de selección, el personal clasifica los residuos de acuerdo a las categorías que manejen y después se envasan o se acomodan en recipientes especiales para transporte; estos recipientes se etiquetan, se registran y se llevan a la zona de almacenamiento, donde permanecen hasta que llega el camión que se encargará de transportarlos hacia las instalaciones de reciclaje, tratamiento o disposición. Estas actividades se ilustran en las figuras 3.4 y 3.5.

Es conveniente que el personal cuente con un área de descanso, alejada de los residuos peligrosos colectados, donde puedan reposar, comer o beber algo e ir al baño.

Algunos de los problemas que se plantean con este esquema de recolección son que un día al año puede no ser muy conveniente para muchos ciudadanos, quienes dejarán pasar esta oportunidad en caso de tener otras obligaciones de mayor importancia; por otra parte, la respuesta favorable de las personas interesadas puede ocasionar que se hagan colas largas y de avance lento, que provoquen desinterés para participar en eventos posteriores; por último, toda la campaña y la infraestructura necesaria para poner en marcha el programa puede resultar muy costosa por un solo día de recolección.



Figura 3.4. Clasificación de los RPD en la zona de selección

Fuente: HHW Management. City of Palo Alto, California, USA.



Figura 3.5. RPD en la zona de almacenamiento

### *3.4.2. Instalaciones permanentes*

Las instalaciones permanentes son una solución cuando la respuesta del público a los programas de recolección de un día es muy favorable, haciendo necesario que se establezcan más oportunidades para que las personas se deshagan de sus residuos peligrosos. Evidentemente, dichos establecimientos son operativos en lugares que ya cuentan con suficiente experiencia en este ámbito, por ejemplo en Estados Unidos y algunos países europeos como Noruega, por lo que se podría decir que son el paso final dentro del manejo de los residuos peligrosos domésticos.

Estas instalaciones normalmente son un local exclusivo donde el personal capacitado se encarga del manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos que entregan los usuarios, así como el envío posterior de los residuos a las instalaciones de reciclaje, tratamiento y disposición final cuando se acumulan los residuos en cantidad suficiente para llenar un camión o cuando el tiempo de almacenamiento sobrepasa los límites permitidos en las reglamentaciones locales. De esta manera, una instalación permanente funciona como una estación de transferencia especial para residuos peligrosos domésticos. En la figura 3.6 se observa la instalación permanente para residuos peligrosos domésticos del condado de Morris, ubicada en la propia estación de transferencia de residuos municipales de dicho lugar.

La primera instalación para coleccionar residuos peligrosos domésticos en los Estados Unidos, se ubicó en San Francisco, California, en 1988, como un proyecto piloto operando conjuntamente bajo supervisión de las autoridades locales y empresas privadas, y que eventualmente serviría como modelo para la creación de otras instalaciones de su tipo en diferentes lugares de ese país. Dicha instalación operaba como un centro de acopio de jueves a sábado, en cualquier época del año, además de contar con la infraestructura

necesaria para dar o tramitar los servicios de almacenamiento, tratamiento y disposición para los residuos que llegaran al sitio (Revista *The Management of World Wastes*, 1994).



Figura 3.6. Instalación permanente para RPD del condado de Morris

Fuente: Morris County Municipal Utilities Authority. Association of New Jersey HHW Coordinators. New Jersey, USA.

Algunas de las ventajas que representa este tipo de instalaciones son, en primer lugar, la comodidad para los ciudadanos de no tener que esperar hasta el siguiente día único de recolección para disponer sus residuos peligrosos, ni hacer filas largas para esperar que los atiendan; al mismo tiempo, con las instalaciones permanentes existe la posibilidad de enviar a reciclaje o tratamiento una mayor cantidad de residuos, en vez de mandarlos a disposición final en confinamientos para residuos peligrosos; esto, principalmente debido a que un local fijo cuenta con mayor tiempo y espacio para la acumulación y el tratamiento de los residuos, porque éstos están protegidos contra las inclemencias del tiempo y porque se cuenta con mayor capacidad para realizar pruebas con el fin de verificar los constituyentes de los residuos no identificados.

En general, una instalación permanente funciona de manera muy similar a lo descrito en el apartado referente a programas de recolección de un día, con las diferencias en cuanto a menor tráfico y volumen diario de residuos y mayor caracterización de los mismos antes del envasado, aparte de las opciones adicionales de acumulación y tratamiento.

Finalmente, el problema más importante que enfrenta este tipo de servicio es encontrar un sitio que albergue la instalación permanente, ya que en cualquier lugar se puede presentar el síndrome “no en mi patio trasero”, aunque se asegure que el local contará con todas las medidas de seguridad.

### *3.4.3. Instalaciones portátiles*

Estas constituyen una alternativa más barata que las instalaciones permanentes. En esencia, son unidades modulares prefabricadas para el almacenamiento de los residuos peligrosos colectados, y pueden encontrarse en tamaños con capacidad que van desde 10 hasta 40 tambos de 200 litros, las más grandes; algunas veces, este espacio puede ser una limitante

para la acumulación de residuos, por lo que se tendría que condicionar la cantidad de residuos que podrían acumularse dentro de estas unidades.

Sin embargo, aunque pequeñas y portátiles, estas instalaciones pueden tener características tan importantes como: revestimientos resistentes a explosiones o la acción de productos químicos; sistemas de extinción (a base de agua o productos químicos secos); iluminación; aire acondicionado; calefacción; ventilación forzada; estructuras interiores especiales para almacenamiento de dispositivos de almacenamiento específicos (estantes o rejillas para colocar cilindros) y sistemas de alarma.

Estas unidades pueden moverse por medio de grúas, montacargas o remolques, lo que les da la facilidad para servir como locales dependientes de una instalación permanente, como estaciones provisionales que almacenen los residuos mientras se prepara una instalación permanente o como estaciones temporales de almacenamiento de los residuos peligrosos detectados durante las inspecciones a los vehículos particulares que transporten sus residuos a rellenos sanitarios u otros sitios de disposición final.

Además, han sido útiles en programas conjuntos de varias comunidades que por sí solas no podrían costear un programa de recolección; entonces se determina que una unidad se establezca por temporadas en cada una de las localidades participantes (Goddard, 1998).

#### *3.4.4. Programas de recolección puerta a puerta.*

Estos programas implican la recolección de los residuos casa por casa y normalmente funcionan mediante citas previas. Este método de recolección es caro, pero más conveniente para los usuarios, por lo que suele ofrecerse sólo como un servicio adicional de las instalaciones permanentes o de los programas de recolección de un solo día, debido a que en muchas ocasiones, a las personas de edad avanzada o discapacitadas se les dificulta manejar y transportar los residuos peligrosos domésticos que pueden estar acumulados en sus hogares durante muchos años (Delumyea, 1997); como ejemplo se puede citar el caso de la ciudad de Toronto, Canadá, donde un vehículo denominado *Toxics Taxi* presta este servicio, realizando la recolección a domicilio cuando los usuarios tienen acumulados más de 10 kg de residuos peligrosos domésticos (City of Toronto, 1998).

Los encargados de realizar la recolección puerta a puerta deberán estar entrenados para manejar diferentes tipos de residuos peligrosos, incluyendo la clasificación y empaque in situ de los residuos colectados, de manera que se asegure su transporte hasta el lugar de acopio de los residuos peligrosos domésticos.

#### *3.4.5. Programas de recolección con rutas establecidas*

En algunos países europeos como Alemania, Dinamarca e incluso en Inglaterra como parte de un estudio piloto, se ha optado por una recolección con itinerario determinado de colonia en colonia. De esta manera, regularmente y de acuerdo a un programa establecido que se

hace del conocimiento de la población a servir, los usuarios deben llevar todos sus residuos peligrosos domésticos a un contenedor móvil, que se encarga de transportar los residuos colectados a un almacenamiento temporal o a los sitios de disposición final de residuos peligrosos (AMCRESPEC, 1995).

El vehículo que se utiliza para este fin debe garantizar que los residuos se transporten de manera segura y eficiente, además de evitar que los residuos incompatibles que se coleccionen estén en contacto unos con otros, de manera que se pueda prevenir cualquier percance en la unidad (Kerrel y Heaven, 1994).

#### *3.4.6. Programas de intercambio de productos*

Estos programas funcionan básicamente con el intercambio de pintura, que es uno de los residuos que se reciben con mayor frecuencia y cantidad, y que en la mayoría de los casos se encuentra aún en buen estado; sin embargo, también se ha aplicado con éxito en productos como plaguicidas y solventes, como en el condado de Olmsted, en Minnesota, Estados Unidos, donde se reusa aproximadamente el 60% de los residuos peligrosos que reciben (Andersen, 1992).

La “tienda de intercambio” se puede localizar en una instalación permanente, donde los residentes lleven sus residuos peligrosos. En este lugar, todos los materiales que por encontrarse en buen estado puedan reutilizarse, se etiquetan y empacan apropiadamente, a excepción de los que contengan alguna sustancia prohibida, como pinturas con alto contenido de plomo o plaguicidas elaborados a partir de DDT. Estos materiales se exhiben en un sitio donde las personas puedan curiosear y tomar, sin ningún costo, cualquier material que les sea útil. En el condado de Larimer, Colorado, en los Estados Unidos, la tienda de intercambio funciona bajo el lema “No compres, toma uno gratis”.

De esta manera, la puesta en marcha de este tipo de programas reduce significativamente el costo por la disposición de los residuos que se reciben, y en general han tenido mucho éxito, gracias a la participación de ciudadanos con cultura del reciclaje, que aceptan utilizar productos de segunda mano.

#### *3.4.7. Programas de recolección de residuos específicos en el lugar de compra.*

Este tipo de programas implica la recolección de determinados materiales en los lugares donde éstos se ponen a la venta y se ha aplicado con éxito en productos como pintura, aceite para motor y baterías para automóviles, entre otros materiales.

Para esto se requiere, además de la participación ciudadana, el consentimiento por parte de los establecimientos para recibir los materiales y la cooperación de las autoridades para proporcionar los contenedores en que se envasarán los materiales y su transporte hasta las instalaciones de reciclaje o disposición final.

### *3.4.8. Programas de control de la generación*

Este es tal vez el aspecto más importante dentro del manejo de los residuos peligrosos domésticos, así como de otros tipos de residuos y se orienta esencialmente a la prevención de los problemas antes de que ocurran, ya que sus dos finalidades principales son:

- Reducir la cantidad de residuos peligrosos domésticos que se generan, y
- Fomentar su manejo adecuado.

Para que se lleven a cabo estos objetivos, son necesarios la educación a los ciudadanos y el control de los residuos peligrosos en las instalaciones de manejo de residuos sólidos, como estaciones de transferencia, de recuperación de materiales y de disposición final.

La concientización de los ciudadanos juega un papel muy importante para el control de los residuos y la puesta en marcha de cualquier programa. Para esto es necesario informar a las personas qué tipos de materiales domésticos son peligrosos, por qué se consideran peligrosos, cómo pueden disponerlos de manera segura y qué alternativas tienen para usar materiales menos peligrosos en las casas. En el apéndice B se muestran las opciones que se recomiendan como alternativas no tóxicas para productos de uso común en el hogar.

De esta manera, en la medida que el público esté informado, se puede esperar una respuesta favorable en cuanto a la generación de este tipo de residuos o en su caso, la participación en programas de disposición adecuada de los mismos.

Los programas de control de residuos peligrosos domésticos en las instalaciones de manejo de residuos sólidos se refieren a las acciones encaminadas a frenar la entrada de determinados desechos a estos sitios, como por ejemplo pinturas, residuos líquidos, lodos de plantas de tratamiento, residuos biológico-infecciosos, etc.

Entre los componentes fundamentales de estos programas está, entre otros aspectos, la notificación a los usuarios (particulares, transportistas o empresas locales) que en dicha instalación no se acepta una serie de residuos específicos; esto mediante hojas de carácter explicativo publicadas en la prensa o enviadas por correo a usuarios frecuentes, así como letreros informativos a la entrada de la instalación

Además, el programa no tendría el efecto deseado si el personal que colabora en él no está debidamente capacitado para identificar los residuos peligrosos prohibidos mezclados con los residuos sólidos, incluyendo a los operarios de los camiones recolectores, que son quienes tienen el primer contacto con la basura; el personal que recibe los vehículos dentro de la instalación; y en última instancia, los encargados de realizar las inspecciones a los residuos transportados en los vehículos que llegan al lugar.

En el momento que se detecte la presencia de un residuo prohibido en la instalación, éste se debe separar de los demás y clasificar de acuerdo a su naturaleza. Si se identifica su origen, se puede notificar a la persona o empresa que lo haya llevado para que se haga cargo de su

manejo; de otra manera, la propia instalación será la encargada de que ese residuo se maneje y disponga correctamente.

En este punto es importante mencionar que desde el momento en que se restringe el acceso a algún tipo de residuo en una instalación de manejo de residuos sólidos municipales, es porque se cuenta con un programa alternativo para su manejo apropiado; de lo contrario, lo único que se logrará es que los usuarios busquen la forma de deshacerse del material aunque sea de manera inadecuada y clandestina.

De cualquier manera, los programas de control en la fuente sólo ayudan a reducir la cantidad de residuos peligrosos que entran al flujo de los residuos municipales, pero junto con un programa completo de manejo, recolección y disposición, los resultados serán mucho más satisfactorios.

### **3.5. Opciones de Reciclaje y Tratamiento para Algunos Residuos Peligrosos Domésticos**

Uno de los aspectos que se debe considerar cuando se implementa un programa de manejo de residuos peligrosos domésticos es el que involucra las alternativas de reuso, reciclaje o tratamiento que se les va a dar a los productos que se colecten.

En los países industrializados, principalmente, donde se cuenta con la infraestructura necesaria para dar tratamiento a los materiales que así lo requieran, estas prácticas son comunes en mayor o menor grado, dependiendo de las características y necesidades particulares de cada lugar. A continuación se mencionan algunas de las prácticas que se promueven para este fin.

#### ***3.5.1. Pintura***

Debido a que se ha encontrado como uno de los componentes principales en peso, en la mayoría de los estudios de generación de residuos peligrosos domésticos, la pintura es un objetivo importante para las operaciones de reciclaje y/o tratamiento, las cuales varían dependiendo de la naturaleza del material, ya sea de agua o de aceite.

El manejo de la pintura de agua es una práctica relativamente común, y para esto se pueden encontrar hasta tres alternativas, que son:

- El reuso a través de la donación de envases originales llenos o casi llenos, siempre y cuando la pintura se encuentre en buen estado y la cantidad en el envase sea aprovechable; o bien, su acumulación en recipientes de mayor volumen que se pueden regalar o vender a un precio relativamente bajo.

- El reciclaje de baja calidad, que consiste en coleccionar la pintura en tambos de 200 litros que se llevan a una empresa fabricante de pinturas, donde el material se reprocesa para elaborar un producto de baja calidad, el cual se regresa al programa a cambio de una tarifa. Posteriormente, esta pintura puede donarse a instituciones o para actividades que no requieran requisitos específicos.
- El reciclaje de alta calidad, en el cual el tratamiento que recibe la pintura, garantiza que el producto final sea completamente comercializable, de manera que el programa de manejo no necesita volver a hacerse cargo de ésta.

A pesar de que existen estas opciones, algunas pinturas de agua no son reciclables, ya sea por que están en mal estado, es decir, casi sólida o porque contienen algún ingrediente peligroso, como mercurio o plomo

En cuanto a las pinturas de aceite, la opción más utilizada es el intercambio, y en menor proporción, se almacena para usarla como combustible alternativo, ya que el reciclaje, aunque es factible, no es frecuente.

### *3.5.2. Aceites*

El reciclaje de aceites usados del motor es una de las opciones más antiguas que han empleado los programas de manejo de residuos peligrosos domésticos. Es apto para utilizar como combustible alternativo o se puede re-refinar para producir aceites de alta calidad, operación que implica relativamente pocas pérdidas y la inversión de sólo la tercera parte de la energía necesaria para producir aceite lubricante a partir de petróleo.

Normalmente, el aceite está contaminado por sustancias propias del uso en el motor, como agua, gasolina, sedimentos de tierra o polvo y metales pesados como plomo, cromo y cadmio, que en su mayoría se pueden eliminar durante el tratamiento; sin embargo, debe tenerse cuidado de protegerlo de contaminantes como los BPC's, ya que de esta manera será muy difícil conseguir que lo reciban para reuso o reciclaje, por lo que tendría que disponerse como residuo peligroso.

El uso de los aceites gastados como combustible alternativo implica la quema del material para la recuperación de calor, con lo que, además, se pueden destruir algunos de los contaminantes, como los hidrocarburos, por los que se clasifica como un residuo peligroso.

Otra alternativa de manejo es el reprocesamiento de los aceites, práctica que implica la separación de las impurezas del material por medio de procesos físicos, como la sedimentación o la centrifugación para separar las partículas más pesadas; la filtración para eliminar partículas más ligeras; el calentamiento para disminuir su viscosidad y aumentar la velocidad de sedimentación de los sólidos suspendidos; o bien, una combinación de esas operaciones

Finalmente, se puede optar por el re-refinamiento del material para obtener de nuevo aceite lubricante virgen apto para la comercialización posterior.

Los procesos de re-refinación de aceite usado más conocidos son (Meza et. al., 1995):

- Proceso de Ácido-Arcilla
- Proceso de Refinación de Aceite Phillips (PROP)
- Proceso de Extracción mediante Propano (PEP)
- Proceso de Extracción con Solvente (BETC)
- Proceso de la Empresa Resource Technology, Inc. (RTI)

Estos procesos, de manera general incluyen como un primer paso el pretratamiento del material por medio de deshidratación o filtración o ambos, para después someter el producto de esta etapa a procesos como destilación al vacío, extracción mediante solventes, o tratamientos químicos y en la mayoría de los casos el aceite se somete a operaciones posteriores como tratamiento con arcilla o con hidrógeno y la filtración final para remover los últimos contaminantes, con lo que se logra recuperar de 70 a 80% del producto inicial (Meza et. al., 1995)

### *3.5.3. Solventes*

El reciclaje de solventes provenientes de fuentes industriales es común, y también puede hacerse con los que se colecten como residuos peligrosos domésticos; la operación se facilita en instalaciones permanentes, donde se pueden clasificar, envasar y almacenar en un espacio que cuenta con medidas de seguridad.

Es importante mencionar la conveniencia de clasificar los solventes de acuerdo a sus características, en clorados o no clorados, así como en polares o no polares, dependiendo del tratamiento que recibirán o de los requisitos de las compañías que vayan a encargarse del reciclaje. En algunos casos, los solventes también pueden acumularse para ser usados como un combustible adicional.

### *3.5.4. Anticongelante*

El reciclaje del anticongelante es otra de las prácticas comunes de manejo de los residuos peligrosos domésticos que contemplan los programas y para esto, se requiere su acumulación en envases para transportarlo hasta las instalaciones de procesamiento.

El anticongelante usado, al igual que el aceite del motor, contiene impurezas arrastradas por el contacto con la maquinaria y los demás fluidos que ahí se encuentran: metales pesados como plomo, zinc y cobre, además de residuos orgánicos provenientes de la gasolina y el aceite, que en conjunto lo convierten en residuo peligroso.

De esta manera, el reciclaje del anticongelante implica la recuperación del etilenglicol, su principal ingrediente (que como tal sólo está regulado como un residuo peligroso en algunos estados de la Unión Americana), mediante procesos como la filtración que es menos costosa, o la destilación, que es la operación más común y mediante la que se obtiene anticongelante reciclado de mayor calidad.

Posteriormente, el anticongelante reciclado puede ser utilizado nuevamente en automóviles, aviones o como agente en el procesamiento de minerales y cemento.

### *3.5.5. Baterías y pilas*

Por su alto contenido de plomo, que generalmente varía entre el 85 y el 90% de su peso total (Rosenzweig, 1996), además del ácido sulfúrico que incluyen, las baterías para vehículos de motor requieren un manejo cuidadoso y especializado. Por ello, desde 1920 se ha fomentado su reciclaje en los Estados Unidos; entre 1970 y 1986, la tasa de reciclaje de estos productos estaba entre 52 y 80% (USEPA, 1989) y en la actualidad, este porcentaje es superior a 98%, una cifra superior a la que reportan productos más comunes como aluminio, papel o envases de plástico (East Penn Manufactory Co. Inc.).

El proceso que se utiliza incluye el drenaje del ácido sulfúrico, el cual se puede neutralizar o reciclar, como lo hace East Penn Manufacturing Co., Inc., que posee la patente del proceso de recuperación del ácido. El plomo se separa de la caja y se funde para producir plomo secundario, el cual se combina con algunos reactivos y con plomo primario; en algunas ocasiones también se recupera el plástico de la caja. Cada uno de los materiales recuperados puede ser reutilizado para la elaboración de todo tipo de nuevas baterías: para uso comercial, industrial, marítimo, para automóviles y otros usos especiales.

En cuanto a las pilas alcalinas, el reciclaje no es una alternativa muy habitual debido a las pocas instalaciones que existen para este propósito, sólo una planta de reciclado por país, en Suiza, Inglaterra y los Estados Unidos (Revista *Ambiente Ecológico*, Marzo, 1997); sin embargo la tendencia es hacia aumentar los esfuerzos para incrementar la tasa de reciclaje de las pilas. De hecho, actualmente ya funciona de manera comercial/industrial un proceso de recarga repetida de pilas alcalinas por parte de la compañía norteamericana INGenius, a través del Battery Recycler™, y funciona para pilas AAA, AA, C, D y de 9 volts, en un tiempo de 13 horas y con un costo aproximado de 4 centavos de dólar por la carga de cada una (Worldwide Waste Management, 1999).

### *3.5.6. Lámparas Fluorescentes*

Mientras que en los Estados Unidos sólo se han identificado algunos esfuerzos muy limitados por recuperar el mercurio presente en las lámparas fluorescentes, en los últimos años, en Alemania, se han desarrollado varios procesos para remover los materiales peligrosos y recuperar los reciclables de las lámparas usadas. Éstos se pueden clasificar en

procesos secos o húmedos y algunos son móviles mientras que otros son estacionarios (Kulik, 1993).

En la categoría de los procesos secos se encuentran las tecnologías Osram, MRT y Herborn. Este último es móvil y aunque se ha tomado con escepticismo, la compañía Herborn se jacta de poder recuperar casi todos los materiales que contienen las lámparas y capta el mercurio en filtros de carbón activado después de calentar las lámparas trituradas. El proceso MRT, por su parte, sólo recupera el vidrio, y el mercurio por medio de una destilación; mientras que el Osram recobra el vidrio y algunos materiales raros de la cubierta de los extremos, pero no el mercurio, por el alto costo que esto representa.

Entre los procesos húmedos está el Aqua-control, operado por el Departamento de Sanidad de Berlín. Utiliza una solución de sulfuros y recupera vidrio, cubiertas y componentes metálicos, principalmente de los tubos fluorescentes. El lodo, que contiene mercurio. Se trata como residuo especial.

**CAPÍTULO CUATRO**

**Riesgos en el Manejo  
de los Residuos  
Peligrosos Domésticos**

#### 4.1. Impacto en los Generadores de Residuos Peligrosos Domésticos

Probablemente los consumidores y generadores de los residuos peligrosos domésticos son de los más afectados por las características peligrosas de estos materiales. Cuando los productos peligrosos domésticos se usan, almacenan o disponen inadecuadamente, los usuarios son los primeros que pueden sufrir los efectos de exposiciones agudas o crónicas.

Los niños y las mascotas son el subgrupo particularmente más susceptible a los peligros de algunos materiales peligrosos llamativos o indebidamente almacenados: en las grandes ciudades, como la de México, las principales causas de intoxicación durante la infancia son los medicamentos y los productos de limpieza para el hogar (Martínez, 1995), constituyendo entre el 58 y el 89% de todas las atenciones por envenenamiento que se registran (Carrillo, 1997).

A este respecto, el Centro Nacional de Estadísticas de la Salud de los Estados Unidos, estima que el número de decesos infantiles causados por medicinas y productos químicos del hogar, ha ido en decremento.

Esa tendencia se ha visto favorecida por la introducción de los empaques de difícil manipulación por parte de niños, que deben traer las aspirinas y otros medicamentos desde 1972, pero aunque las cifras son alentadoras, aún en 1996 se registraron 47 muertes relacionadas con productos peligrosos domésticos en niños menores de 5 años; estos resultados se observan claramente en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Decesos ocurridos en niños menores de 5 años relacionados con productos peligrosos domésticos en los Estados Unidos

Período	Número de muertes
1972-1975	614
1976-1980	431
1981-1985	297
1986-1990	236
1991-1995	217
1996	47

Fuente: *National Poison Prevention Week*. U.S. Consumer Product Safety Commission. 2000

Si estas son las cifras que representan las fatalidades, es lógico pensar que la cantidad de accidentes relacionados con productos peligrosos empleados en el hogar, al menos en el ámbito de los Estados Unidos, está en órdenes mucho más elevados.

En su informe anual de 1994 al Congreso de los Estados Unidos, en el apéndice A, la USCPSC indica el número estimado y el costo de accidentes atendidos en salas de emergencia, relacionados con determinados productos de consumo doméstico; una de las categorías especifica aquéllos productos para el mantenimiento del hogar y la familia, como limpiadores, pinturas, solventes, lubricantes y ceras entre otros.

Los resultados por grupos de edad son los que se muestran en la tabla 4.2. e implican los accidentes relacionados con dichos materiales, aunque no necesariamente causados por ellos.

Tabla 4.2. Número estimado de accidentes asociados con el uso de productos peligrosos domésticos y atendidos en las salas de emergencia de hospitales en la Unión Americana del 1 de octubre de 1993 al 30 de septiembre de 1994, así como el costo de esos accidentes.

Grupo de edad (años)	Número de accidentes	Costo (mdd)
Menor de 5	31 814	70
De 5 a 24	35 074	99
De 25 a 64	56 740	188
Mayor de 64	11 012	41
<i>Total</i>	<i>134 640</i>	<i>399</i>

Fuente: 1994 Annual Report to Congress. U.S. Consumer Product Safety Commission. 1994

Muchos de estos accidentes, sin embargo, se deben a la negligencia y al manejo inadecuado de estos productos, como muestran las cifras de una encuesta que llevó a cabo la USEPA sobre el uso de plaguicidas a nivel doméstico. En este estudio se reveló que, aproximadamente en la mitad (47%) de los domicilios donde habitan niños menores de cinco años, hay al menos un plaguicida almacenado en gavetas abiertas y a una distancia menor de 1.2 m del suelo, y que en el 75% de los domicilios donde no habitan menores, los plaguicidas se almacenan al alcance de los niños, lo cual adquiere un significado especial ya que el 13% de las intoxicaciones infantiles ocurren en domicilios donde no residen los niños (USCPSC, 2000).

Por otra parte, las mezclas de productos incompatibles, generalmente limpiadores, pueden desencadenar una reacción violenta o la generación de gases peligrosos, como por ejemplo la formación de cloraminas en gas, al mezclar blanqueadores con cloro y limpiadores que contengan amonio (Sulzberg, 1997).

Además, el uso y almacenamiento de otros materiales como las pinturas con base de solvente de petróleo, la gasolina, los disolventes orgánicos, materiales adhesivos, los líquidos para limpieza en seco de la ropa y especialmente los biocidas como insecticidas y bolitas de naftalina, pueden ser una causa indirecta de la contaminación del aire en el

interior de las casas, ya que pueden causar desde irritación ocular, cutánea y sequedad de la mucosa nasal, hasta mareo, cefalea y dificultad de concentración (AIHA, 1998).

Aunado a lo anterior, cuando un producto deja de utilizarse por un período largo de tiempo, éste aumenta su potencial de lesionar a los usuarios. El material remanente dentro de un contenedor se almacena en la cochera, bajo el lavadero o fregadero o en un armario y con el paso de los años las paredes del contenedor pueden comenzar a deteriorarse si dicho material presenta cierta corrosividad, como los solventes, thinners y fertilizantes, provocando que haya fugas y contacto directo cuando las personas intentan utilizar nuevamente ese producto.

## 4.2. Lesiones Laborales

Es un hecho que los trabajadores de los sistemas de recolección de residuos sólidos municipales se han lesionado por causa de los residuos peligrosos domésticos, ya que cuando los productos peligrosos domésticos se convierten en residuos, éstos no pierden sus características peligrosas, simplemente se trasladan a otro lugar.

Los trabajadores expuestos incluyen desde los operarios de camiones recolectores y vehículos de transferencia, los seleccionadores en las plantas recuperadoras de subproductos, y en muchos casos los pepenadores que colectan materiales reciclables en contenedores y tiraderos sin ninguna protección.

Sin embargo, el número y severidad de los accidentes que ocurren, particularmente por el manejo y disposición inadecuados de los materiales peligrosos domésticos, frecuentemente es difícil de estimar, la información sobre el tema es imprecisa y no se localiza con facilidad, pero se han identificado los incidentes que ocurren con mayor frecuencia, entre los que se pueden incluir los que exponen a los residuos peligrosos cuando éstos reaccionan entre sí y con el resto de los residuos sólidos provocando escapes, rociado, explosiones, incendios y humos que ponen en peligro a los trabajadores y los equipos que operan, provocando lesiones que van desde quemaduras, náusea e irritaciones oculares, hasta pérdidas de la visión, problemas respiratorios y alergias (Rosenzweig, 1996).

Al respecto, de acuerdo a un estudio realizado en California, Estados Unidos, en 1982, se reveló que aproximadamente el 3% de todos los trabajadores del sistema de recolección de residuos sólidos municipales del estado habían sufrido algún daño causado por los residuos peligrosos que iban mezclados con la basura doméstica (Sulzberg, 1997).

En las instalaciones de recuperación de materiales, por ejemplo, una de las preocupaciones principales es el peligro de explosión que representan algunos de los materiales que van mezclados con los residuos municipales, particularmente, aunque no siempre, durante las acciones de reducción de tamaño y compactación de los materiales.

En una encuesta realizada a 123 plantas de recuperación de materiales a lo largo de la Unión Americana en 1983, se indicó que el 20% de las veces que tales plantas salieron de operación antes de lo programado fue por causa de explosiones o incendios que pudieron ser provocados por materiales como gasolina, solventes, propano y municiones (Ducket, 1986).

Esto se debe tomar en cuenta porque las operaciones de recuperación y reciclado de subproductos recuperables están en aumento; cada vez más los municipios emprenden la tarea de reducir la cantidad de residuos útiles que ocupan un espacio en los sitios de disposición final, lo que incrementará las acciones de selección y manipulación de residuos, que resultarán en una mayor exposición de los trabajadores a los residuos peligrosos domésticos que se encuentren en el flujo de residuos domiciliarios.

Los empleados de las estaciones de transferencia y los sitios de disposición final también son propensos a recibir lesiones causadas por los residuos peligrosos domésticos al realizar las tareas de descarga, esparcido y compactación, ya que los contenedores pueden romperse y rociar su contenido al aire y al resto de los residuos.

### 4.3. Impacto al Medio Ambiente

Aunque no hay evidencia clara de que únicamente los residuos peligrosos domésticos sean responsables de algún tipo de deterioro ambiental, sí hay indicios que muestran cierto impacto provocado por lixiviados y biogás de los sitios de disposición final.

La USEPA analizó los lixiviados de 53 rellenos sanitarios, para determinar la incidencia y concentración de compuestos presentes en los residuos sólidos. Entre los compuestos que se analizaron estaban algunos de los más tóxicos constituyentes de los residuos peligrosos domésticos como benceno, tetracloruro de carbono, cloroformo, 1,2-dicloroetano, dibromuro de etileno, tetracloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetileno y cloruro de vinilo; de ellos, el cloruro de metileno fue el que alcanzó la concentración más alta, así como la mayor incidencia, localizándose en el 60% de los sitios. En la tabla 4.3 se muestran los resultados para estos compuestos.

Tabla 4.3. Concentración de compuestos tóxicos en lixiviados de algunos rellenos sanitarios

Compuesto químico	Rango de concentración (ppm)	% de lugares donde se detectó
Benceno	4 - 1080	34
Tetracloruro de carbono	6 - 398	4
Cloroformo	27 - 31	15
1,2-Dicloroetano	1 - 10 000	11

Tabla 4.3. Concentración de compuestos tóxicos en lixiviados de algunos rellenos sanitarios... (Cont.)

Compuesto químico	Rango de concentración (ppm)	% de lugares donde se detectó
Dibromuro de etileno	5	2
Cloruro de metileno	2 - 220 000	60
Tetracloroetileno	2 - 620	21
1,1,1-Tricloroetano	1 - 13 000	25
Tricloroetileno	1 - 1 300	32
Cloruro de vinilo	8 - 61	11

Fuente: *Residuos Peligrosos Domésticos*. John C. Glaub. 1996

En el análisis del biogás de algunos sitios de disposición final de residuos sólidos, también se pudo determinar la presencia de estos compuestos, como se aprecia en la tabla 4.2, resumida del estudio que la Dirección de Recursos Atmosféricos de California presentó a partir de los resultados obtenidos en 271 sitios de disposición en que no aceptan residuos peligrosos y 17 de residuos peligrosos. En la tabla 4.4. se observa que el benceno, el cloruro de metileno, el tetracloroetileno y el tricloroetileno se detectaron en más de la mitad de los sitios de disposición de residuos no peligrosos (Glaub, 1996).

Tabla 4.4. Concentración de compuestos tóxicos en el biogás de algunos rellenos sanitarios

Compuesto químico	Sitios de disposición de residuos no peligrosos		Sitios de disposición de residuos peligrosos	
	Rango de concentración (ppm)	% de lugares donde se detectó	Rango de concentración (ppm)	% de lugares donde se detectó
Benceno	500 - 29 000	51	500-791 000	82
Tetracloruro de carbono	5 - 2 100	8	<5	0
Cloroformo	2 - 171 000	27	2 - 200	29
1,2-Dicloroetano	20 - 34 100	18	20 - 12 000	24
Dibromuro de etileno	1 - 2 000	7	1 - 55	12
Cloruro de metileno	60 - 260 000	56	60 - 42 000	59
Tetracloroetileno	10 - 62 000	72	10 - 10 000	88
1,1,1-Tricloroetano	10 - 21 000	49	10 - 14 000	59
Tricloroetileno	10 - 20 000	68	10 - 5 700	82
Cloruro de vinilo	500 - 120 000	47	500 - 60 000	53

Fuente: *Residuos Peligrosos Domésticos*. John C. Glaub. 1996

Además de la contaminación potencial que los residuos peligrosos domésticos pueden acarrear al agua y al aire, también se encuentra la evidente contaminación al suelo dado que los rellenos sanitarios no están diseñados para contener residuos peligrosos.

Por esta razón, aproximadamente el 20% de los sitios listados en el CERCLA son tiraderos o rellenos sanitarios clausurados (USEPA, 1991), ya que para incluir un sitio en dicho listado no se hace distinción por la procedencia de la sustancia, ya sea industrial, comercial, municipal o doméstica; ni que sea un insumo, un subproducto o sólo un componente en el flujo de residuos; la responsabilidad se adquiere por la sola presencia, en cualquier forma, de una sustancia catalogada como peligrosa (Shanoff, 1992). El concepto de responsabilidad "de la cuna a la tumba" establecido en dicha normatividad aplica a cualquiera que haya dispuesto residuos peligrosos en un relleno sanitario, por lo que cualquier persona o municipio podría ser potencialmente responsable y sujetarse a multas o costos de limpieza o ambos (Delumyea, 1997).

El aceite usado de motor, por ejemplo, puede afectar gravemente al ambiente si se dispone de manera inadecuada, ya que 1 lt de este aceite puede contaminar 1 000 000 lt de agua potable (Sulzberg y White, 1997), o formar una capa de aceite en una extensión de hasta 0.4 has (Tacoma-Pierce County Health Department, 1999).

Además, los residuos peligrosos domésticos pueden tener efectos desfavorables en otros métodos de disposición final de residuos sólidos municipales. En los lugares donde se emplea la incineración como un método de disposición final, se puede encontrar que la ceniza procedente de estos sitios muchas veces puede clasificarse como residuo peligroso, por la cantidad de plomo y cadmio que aportan las pilas domésticas y las baterías automotrices que van en el flujo de los residuos municipales (Paddock, 1989).

De la misma manera, el proceso de compostaje se afecta cuando hay derrames de residuos peligrosos domésticos que se mezclan con el resto de los residuos domiciliarios, contaminando la fracción orgánica con sustancias irritantes, corrosivas o simplemente inhibitoras para los microorganismos responsables de llevar a cabo el proceso biológico de composteo; y aún si el proceso se lleva a cabo, la composta resultante no encontrará mercado si contiene materiales peligrosos.

CAPÍTULO CINCO

**El Sitio de Estudio**

## 5.1. Descripción

El presente trabajo se realizó en una zona habitacional de clase media de la Ciudad de México, con el fin de obtener datos de generación y composición de residuos peligrosos domésticos que sean característicos de la mayor parte de los residuos sólidos municipales, ya que los resultados que se podrían obtener de un estrato socioeconómico alto no reflejarían la realidad del total de la población, ya que por costumbre, en este tipo de medio tienden más a utilizar una mayor cantidad de sustancias químicas y peligrosas para limpieza del hogar e incluso desecharlos sin haber consumido todo su contenido.

Por el contrario, si el estudio se hiciera en un estrato socioeconómico bajo, la cantidad de residuos peligrosos que se encontraría sería sensiblemente menor, pues el consumo de una gran cantidad de productos de esta naturaleza no es de primera necesidad, por lo que en muchos casos tienden a prescindir de ellos.

Por esta razón se escogió la Unidad Habitacional Integración Latinoamericana, que está ubicada en el sur de la Ciudad de México, D.F., sobre el Eje 10 Copilco, entre las calles Cerro del Agua y Av. Universidad, por donde se encuentran sus dos únicos accesos.

La zona abarca una superficie de 108 450 m<sup>2</sup>, divididos de la siguiente manera:

- 20 735 m<sup>2</sup> de vialidades,
- 17 503 m<sup>2</sup> de viviendas,
- 5 700 m<sup>2</sup> de equipamiento, y
- 64 512 m<sup>2</sup> de espacios abiertos.



La Unidad habitacional cuenta con 27 edificios de 16, 10 y 5 niveles, en los que se ubica un total de 1460 departamentos. En cada uno de ellos habitan en promedio 5.5 personas, predominantemente de clase media y con ingreso superior a 3.5 veces el salario mínimo vigente (INBA, 1978). En la figura 5.1 se observan varios de los edificios típicos que conforman esta Unidad.

Figura 5.1 Edificaciones características de la U.H. Integración Latinoamericana

Entre las instalaciones y servicios especiales que se encuentran en la Unidad están la biblioteca "Lic. Jesús Reyes Heróles", un auditorio, canchas de tenis, basquetbol y futbolito, unidad de servicio médico, área de juegos infantiles y dos fuentes; además, existe el servicio permanente de mantenimiento y barrido de áreas comunes. La configuración de la Unidad Habitacional se presenta en la figura 5.2, tal como fue concebida por sus diseñadores.

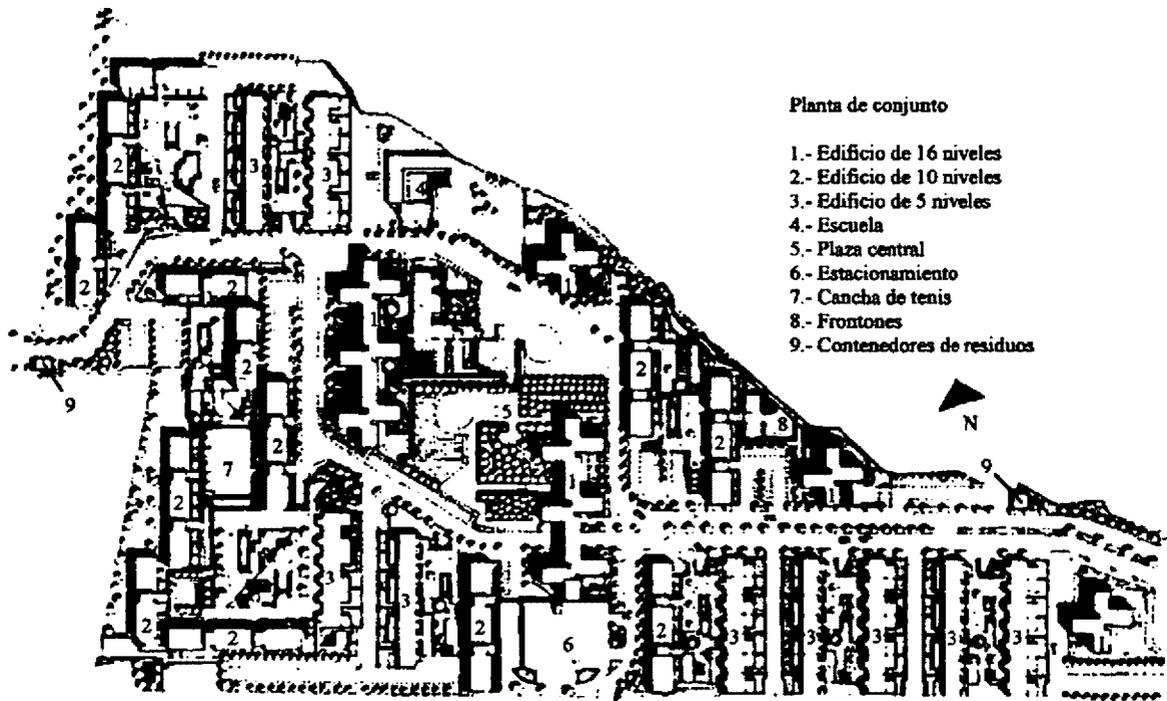


Figura 5.2. Unidad Habitacional Integración Latinoamericana. Partes Principales  
Adaptado de *Anuario de Arquitectura Mexicana 1977*. Instituto Nacional de Bellas Artes, 1978

Aunque en las zonas aledañas al lugar existen suficientes comercios como tiendas de autoservicio, lavanderías y restaurantes, dentro de la Unidad operan una serie de establecimientos que satisfacen las necesidades inmediatas de la población local, los cuales se mencionan en la tabla 5.1.

Cabe señalar que, desde su inauguración en la década de 1970, este conjunto habitacional del ISSSTE se estableció como Unidad privada, lo que significa que ni la Delegación Coyoacán, ni el gobierno del Distrito Federal proporcionarían de manera gratuita los servicios públicos con que cuenta el resto de la población, como mantenimiento del alumbrado público, vigilancia, aseo de vialidades, mantenimiento de áreas verdes, recolección de basura, etc.

De esta manera, así como la administración de la Unidad Habitacional contrata personal de vigilancia, jardineros y barrenderos que trabajan exclusivamente en este lugar, también tiene un convenio con los choferes de dos camiones recolectores de la delegación Coyoacán

para que realicen la colecta de los residuos sólidos en cada uno de los depósitos que hay en el sitio.

Tabla 5.1. Establecimientos que operan dentro de la U.H. Integración Latinoamericana

Comercios	Servicios
- 4 tiendas de abarrotes	- Clínica veterinaria
- 2 restaurantes	- Consultorio médico
- 2 papelerías	- Consultorio odontológico
- Farmacia	- Despacho de decoración y remodelación
- Panadería	- Despacho de arquitectura (con servicios de gas y fontanería)
- Taquería	- Jardín de niños
- Carnicería	- Biblioteca
- Tortillería	- Oficinas administrativas
- Verdulería	
- Reparadora de calzado	
- Tintorería	
- Lavandería	
- Tapicería	
- Estética	

## 5.2. El Manejo de los Residuos Sólidos en la Unidad Habitacional

En la Unidad Habitacional se generan aproximadamente 6 toneladas diarias de residuos que se disponen en dos depósitos estáticos ubicados cerca de las salidas; ambos depósitos son rectangulares, están hechos de block y techados con lámina de cartón, y cada uno tiene una abertura por donde los vecinos introducen su basura al depósito. En las figuras 5.3 y 5.4 se muestra el estado actual de dichos depósitos.



Figura 5.3. Depósito de basura en la salida a Cerro del Agua

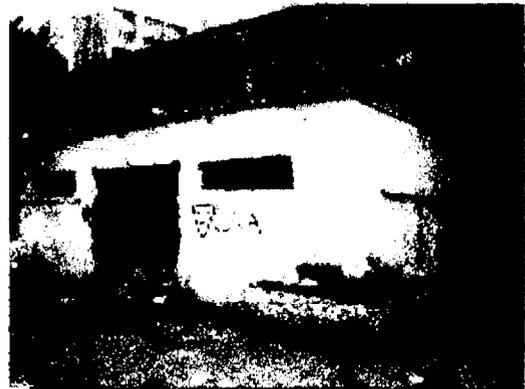


Figura 5.4. Depósito de basura en la salida a Av. Universidad

Los residuos ingresan a los depósitos a través de una puerta o abertura que llega hasta el piso, lo cual sirve para que los operadores del camión recolector vacíen fácilmente los depósitos, pero también implica que no hay un dispositivo que impida el acceso a los perros, gatos, palomas y ratas que entran a estos sitios a buscar alimento, desbaratando las bolsas y derramando su contenido.

Lo mismo sucede con los pepenadores que buscan materiales reciclables o reutilizables dentro de los depósitos, rompiendo las bolsas y dispersando los residuos, o bien, cuando los vecinos que vacían sus botes de basura dentro de los depósitos, lo cual, igualmente, atrae más fauna nociva.

Esto causa que, además de aventar las bolsas al interior del camión, los operadores deberán patear los residuos desparramados o que se salieron de las bolsas, con lo que la recolección pierde agilidad y es más difícil para ellos.

Los camiones recolectores que prestan el servicio a la Unidad son propiedad de la Delegación Coyoacán. El que se encarga de la recolección en Cerro del Agua es un camión de volteo de 7 m<sup>3</sup>, el cual tiene que hacer diariamente 2 viajes para desalojar completamente el depósito, incluyendo sábados y domingos. Este camión ingresa alrededor de las 6:00 hrs y permanece aproximadamente 30 minutos, tiempo en el que desocupa el depósito casi en su totalidad.

Sin embargo, esa es la hora en que los habitantes salen hacia sus trabajos o escuelas, cargando la mayoría una o dos bolsas de basura que pasan a dejar al depósito, con lo que a las 10:00 hrs que vuelve el camión, se encuentra casi con la misma cantidad de basura que en las primeras horas de la mañana. El camión invierte otros 30 minutos en estricta carga; nuevamente la caja se llena al 100% y entonces procede a llevarse el segundo viaje de residuos de la Unidad Habitacional a la estación de transferencia de Coyoacán.

Por su parte, el camión que hace la colecta de residuos en la salida de Av. Universidad es una unidad de caja rectangular, carga lateral de 15 m<sup>3</sup> y con compactación, que realiza la recolección martes, miércoles, viernes y sábado; El camión llega entre 8:00 y 9:00 de la mañana y la recolección dura de 1.5 a 2 hrs porque realizan pepena de cartón, botellas de vidrio y plástico, latas de aluminio y objetos varios.

Cabe mencionar que hay un período crítico en que no se realiza la recolección en este depósito, acumulándose la basura generada los días sábado, domingo y lunes, provocando que por regla general, desde el lunes por la tarde, la basura acumulada rebasa la capacidad útil del depósito, derramándose fuera de éste; por esto, también los vecinos se ven obligados a depositar su basura fuera del depósito, invadiendo hasta 3 m de la banquetta frente al depósito.

Cuando el camión recolector llega, el martes por la mañana, los operadores sólo pueden recoger una parte de la basura generada desde el sábado, y el remanente lo recogen el miércoles, cuando ya logran vaciar el depósito. El resto de los días, se realiza la recolección

sin problemas, ya que la capacidad del camión es suficiente para la generación de hasta 2 días de la Unidad.

Además, existe otro inconveniente en el manejo de los residuos sólidos generados en la Unidad Habitacional, referente a los desechos generados por el mantenimiento de las áreas verdes, incluyendo la poda de árboles y arbustos, así como la remodelación o redecoración de los departamentos.

Los barrenderos son los encargados de llevar a los depósitos todos los residuos de jardinería que se producen por el mantenimiento de las áreas verdes y, por supuesto, la hojarasca que se recoge con el barrido de vialidades.

Esta basura no se deposita dentro de los depósitos, sino en los espacios inmediatos a éstos, al igual que los residuos provenientes de la remodelación o redecoración de los departamentos, por lo que es común observar junto a los depósitos desde pasto, ramas secas, sacos de cascajo, yeso o cemento, madera de los pisos, muebles de baño, colchones, juegos de sala, estufas, etc., llegando a formar verdaderas montañas de diversos residuos junto a los sitios de almacenamiento, que son el refugio ideal de las palomas y roedores que merodean la basura de los depósitos.

Esas montañas de basura permanecen ahí por semanas y hasta meses, antes de que se contrate el viaje especial de un tercer camión que desaloje, cuando menos la mitad, de lo que se acumuló.

Por otra parte, como se observa en la tabla 5.1, dentro de la Unidad Habitacional existen 2 consultorios que generan pequeñas cantidades de residuos biológico-infecciosos; sin embargo, ambos establecimientos cuentan con depósitos especiales para estos desechos, los cuales disponen fuera de la Unidad junto con los residuos de otros centros de salud. En el caso de la clínica veterinaria, no se puede asegurar lo mismo, ya que se negaron a proporcionar cualquier información relacionada con los residuos que generan y el manejo que les dan.

CAPÍTULO SEIS

# Procedimiento para la Realización del Estudio de Generación

Un estudio de generación de residuos sólidos municipales se debe llevar a cabo para obtener información precisa sobre los tipos de materiales presentes en el flujo de los residuos sólidos antes de planear, implementar o evaluar cualquier programa para su manejo; y el caso de los residuos peligrosos domésticos no es la excepción.

No obstante, aunque el objetivo es semejante, en la actualidad no existe en la normatividad mexicana, ni en el ámbito internacional, una metodología establecida y precisa que indique los pasos a seguir si lo que se quiere determinar es la cantidad de residuos peligrosos domésticos presente en los residuos sólidos municipales de un área determinada.

En México se cuenta con una serie de normas oficiales relativas al estudio de los residuos sólidos municipales; estas normas se tomaron como base para determinar el procedimiento a seguir en este trabajo, ya que el objeto de este estudio, los residuos peligrosos domésticos, son un subconjunto de los residuos municipales.

El procedimiento para determinar la generación y la composición de los residuos sólidos municipales que se indica en tales normas incluye, de manera general, la ubicación del universo de trabajo y la selección aleatoria de los elementos del universo de trabajo que integrarán la muestra; posteriormente, y después de una operación de limpieza, se recogen diariamente los residuos generados en cada uno de los domicilios seleccionados; las bolsas con los residuos se pesan y este dato se registra en un formato de campo.

El cálculo de la generación per-cápita se realiza dividiendo el peso de los residuos generados en un día, entre el número de habitantes de la vivienda correspondiente, repitiendo este proceso durante una semana completa.

A los residuos que se colectan a partir de las actividades anteriores se les aplica el método del cuarteo hasta obtener una muestra no menor a 50 kg. Estos residuos se separan en diversos subproductos, colocándolos en bolsas de polietileno hasta acabar con la muestra. Las bolsas se pesan por separado y la composición de los residuos se obtiene al calcular el porcentaje de cada subproducto con respecto al peso total de la muestra.

Sin embargo, por las circunstancias propias de este estudio, algunos de esos aspectos se tuvieron que adaptar a este caso en particular. De esta manera, las actividades que se realizaron para determinar la cantidad y composición de los residuos peligrosos domésticos en los residuos sólidos municipales se describen en los siguientes apartados.

## **6.1. Subproductos a Clasificar**

Como ya se ha observado en trabajos previos, la determinación de los subproductos que se han de clasificar en el estudio es un factor importante, y cada categoría debe ser lo más clara posible para que no haya mayor confusión al tratar de ubicar un objeto en su correspondiente

categoría. Por ello, considerando las principales categorías citadas en la norma oficial mexicana NMX-AA-22-1985 de selección y cuantificación de subproductos y tomando en cuenta los residuos peligrosos que se pueden encontrar en muestras de residuos sólidos municipales de acuerdo a la bibliografía consultada, los subproductos que se clasificaron se listan a continuación:

***Papeles:***

1. Cartón
2. Papel
3. Envases de cartón encerado

***Plásticos:***

4. Plástico de película
5. Plástico rígido
6. Envases de plástico
7. Otros plásticos

***Metales:***

8. Aluminio
9. Otros metales

10. Vidrio

11. Madera
12. Textiles
13. Materia orgánica

14. Pañales desechables y toallas sanitarias

15. Otros residuos domésticos

***Residuos Peligrosos Domésticos:***

16. Líquidos y materiales para automóviles
17. Latas de aerosoles
18. Pinturas
19. Materiales inflamables
20. Limpiadores
21. Biocidas
22. Pilas y baterías
23. Medicamentos y materiales de curación
24. Otros residuos peligrosos

Cabe mencionar que por sencillez, algunas categorías señaladas en dicha norma se incluyeron dentro de otras más generales, ya que, además, la obtención de la composición detallada de los residuos sólidos municipales no es uno de los objetivos principales del presente trabajo.

## 6.2. Personal y Equipo Necesarios para Realizar el Estudio

Debido a la extensión y el trabajo manual que requería el estudio, se formó un grupo de trabajo de 4 personas integrado por:

- a) *Un coordinador*, cuyas actividades previas a los muestreos, incluyeron la obtención del material y el equipo necesario para realizar el estudio, la gestión de los permisos para realizar el estudio, ante la Administración y con los elementos de seguridad de la Unidad, el acuerdo con los vecinos para poder conectar la báscula electrónica en su propiedad y la instrucción de los clasificadores en cuanto al equipo que deberían utilizar para su protección, los subproductos que se habrían de considerar, así como las medidas de seguridad en caso de encontrarse cualquier residuo peligroso.

Asimismo, durante el muestreo el coordinador se encargó de preparar y rotular las bolsas para subproductos, establecer el límite de residuos extraídos del depósito, indicar cuándo la mezcla de los subproductos durante el cuarteo ya fuera suficiente, llenar los datos en los reportes de campo, vigilar que la selección de los subproductos correspondiera con la instrucción que se dio previamente, indicar cuáles residuos deberían separarse del resto para llevar el registro individual de los residuos peligrosos domésticos y la lectura en la báscula de los pesos de cada bolsa de subproductos.

- b) *Un asistente de coordinador*, que se encargó de tender el plástico en el área de trabajo, indicar a los clasificadores de qué puntos tomar las bolsas del depósito, revisar la calibración de la báscula, realizar la conexión de ésta a la energía eléctrica, colocar las bolsas de subproductos sobre la báscula y cerrarlas para depositarlas nuevamente en los depósitos, además de supervisar también en la clasificación de los subproductos.
- c) Finalmente, se requirieron los servicios de *dos clasificadores*, que se encargaron de sacar las bolsas de residuos de los depósitos, vaciar su contenido en el área de trabajo, realizar la mezcla de residuos para el cuarteo, así como de clasificar los subproductos. Cabe mencionar que estas personas se eligieron porque realizan la pepena en la Unidad como actividad habitual, por lo que tienen cierta habilidad para realizar esta tarea.

Para que este trabajo se llevara a cabo de forma adecuada y segura, se requirió el equipo que se lista a continuación, una parte del cual se muestra en la figura 6.1.

- a) Báscula electrónica para 12 kg y sensibilidad de 1 g
- b) 2 extensiones eléctricas para uso rudo de 30 y 15 m

- c) Equipo de protección para el personal
  - guantes de carnaza,
  - guantes de hule
  - cubrebocas
- d) Plástico para cubrir la superficie
- e) Navaja
- f) Utensilios de papelería
  - formatos de reporte,
  - marcador,
  - lápiz,
  - cinta adhesiva,
  - calculadora
- g) Bolsas de polietileno calibre 300
  - 4 de 80×120 cm
  - 13 de 60×90 cm
  - 4 de 40×60 cm
- h) Escoba y recogedor
- i) Pala



Figura 6.1. Parte de los materiales y equipo utilizados durante el muestreo

### 6.3. Determinación del Peso y el Número de Muestras

Se estableció que cada muestra debería tener un peso no menor a 50 kilos, y preferente 100, ya que si bien la norma oficial mexicana NMX-AA-15-1985 indica que la muestra puede pesar hasta 50 kg, de acuerdo con la bibliografía consultada y las experiencias de estudios realizados por diferentes organismos, 100 kg sería un peso aceptable para no perder representatividad del universo a muestrear. Como esta cantidad es suficientemente grande, prácticamente el doble de lo que se plantea en la normatividad mexicana, se consideró que con 10 muestras se podría representar el comportamiento de la composición de los residuos sólidos en el sitio de estudio.

### 6.4. Metodología de Muestreo

Como se indicó anteriormente, para realizar el muestreo se adecuaron las normas aplicables a los residuos sólidos municipales, además de que no hay alguna indicación dentro de la normatividad mexicana referente a los residuos peligrosos que se ajustara a lo que se pretendía realizar.

En estudios que se han realizado con el mismo objetivo, el muestreo se realizó en los sitios de acopio de los residuos municipales, como son las estaciones de transferencia, lo cual se adaptaba perfectamente al tipo de recolección de residuos que se realiza en la Unidad; con esto, además de evitar el trabajo de recoger las bolsas de desechos de domicilio en domicilio, evita cualquier desviación en los resultados debida a tendencias inducidas por las mismas

personas que habitan en los hogares que se seleccionaran para participar en el estudio. Por estas razones, las muestras que se clasificaron fueron tomadas directamente de los depósitos.

Como ya se explicó, los esquemas de recolección varían en cada depósito, por lo que la programación de los días de muestreo se realizó de manera que se acumularan los residuos el mayor tiempo posible. En el caso del depósito Universidad, se escogieron los días domingo y jueves, porque se permite que se reúnan los residuos de 1 día entero cuando menos.

En cuanto al depósito Cerro del Agua, se espera más o menos la misma cantidad de residuos en cualquier día debido a que la recolección se realiza a diario, por lo que se determinó que las muestras se tomarían los días martes y sábado, sin embargo ante la imposibilidad de realizar esta actividad durante la noche o antes de la primera visita del camión, para aprovechar la mayor acumulación de desechos, se estableció un horario de las 16:00 hrs para procurar que todas las actividades se realizaran con la luz del día.

En un principio estaba proyectado realizar un muestreo el sábado 3 de julio en el depósito Cerro del Agua, sin embargo, cuando ya se había comenzado el trabajo, comenzó a llover, y sin un techo que cubriera la muestra, ésta se tuvo que descartar, y la reestructuración del calendario quedó de la forma que se aprecia en la figura 6.2.

D	L	M	M	J	V	S
27 jun U		29 jun CA		1 jul U		
		6 jul CA		8 jul U		
		13 jul CA		15 jul U		17 jul CA
18 jul U		20 jul CA				

U = Muestreo en el depósito Universidad

CA = Muestreo en el depósito Cerro del Agua

Figura 6.2. Calendario de muestreos realizados del 27 de junio al 20 de julio de 1999

Por otra parte, en la norma NMX-AA-15-1985 se indica que el cuarteo se debe realizar en una superficie de cemento pulido. En este caso, como el área de trabajo en ambos depósitos presentaba algunas irregularidades, y en particular en el depósito Cerro del Agua la superficie estaba empedrada, se decidió tender un plástico grueso en el área de trabajo para evitar que los residuos quedaran atrapados en las grietas, lográndose además que el lugar se conservara siempre limpio, esto se observa en la figura 6.3

A continuación se prepararon las bolsas de polietileno, rotulándolas de acuerdo al tipo de residuos que cada una tendría que coleccionar y posteriormente se acomodaron alrededor de la zona de trabajo.

Para obtener la muestra se tomaron bolsas con los residuos escogidas de varios puntos dentro de todo el depósito, procurando que el peso total de las bolsas fuera de aproximadamente 150 a 200 kg; esta cantidad no se pudo controlar con exactitud porque no se contaba con una báscula de piso con capacidad para 200 kg, como marca la norma, de manera que el límite se determinó por el volumen que ocupaban los residuos, de acuerdo con lo que se observó durante los primeros muestreos.



Figura 6.3. Preparación del área de trabajo      Figura 6.4. Bolsas de RSM antes del cuarteo

Además, se trató de respetar este límite debido a que en el área de trabajo de 9m<sup>2</sup> aproximadamente –limitada por el plástico tendido en la superficie–, sería complicado manejar una mayor cantidad de residuos, como se ilustra en la figura 6.4.

Posteriormente se vaciaron las bolsas, rasgándolas con la navaja cuando fue necesario y con la pala se revolvió el contenido. Cuando los residuos estuvieron bien mezclados, la pila se dividió en dos partes, una de las cuales se descartó, y con el resto se conformó la muestra que habría de clasificarse.

## 6.5. Selección y Cuantificación de Subproductos

La fracción de residuos que no se rechazó se distribuyó en el área y se clasificó, depositando los materiales encontrados en la bolsa con el rótulo correspondiente a cada subproducto. Al final de la selección las bolsas quedaron como se muestra en la figura 6.5.

Mientras tanto, se colocaron las extensiones para la corriente eléctrica; éstas se conectaron desde la vivienda más cercana cubriendo una distancia aproximada de 45 m, hasta donde se había nivelado la báscula, junto a cada depósito. Como algunas de las bolsas de polietileno que se emplearon para contener los subproductos clasificados eran de mayor tamaño que la superficie útil de la báscula, ésta se calibró junto con una placa de área mayor que sirvió

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

como soporte; además, en cada ocasión la báscula se envolvió con una bolsa limpia para protegerla de las impurezas propias de los materiales con que se trabajó.



Figura 6.5. Bolsas de subproductos después de la selección.

Finalmente, cada bolsa se pesó por separado, y en el caso de los residuos orgánicos la fracción se dividió en 4 ó 5 partes para no exceder la capacidad de la báscula. Después se registraron los resultados y se calculó la composición porcentual de los subproductos de la muestra seleccionada.

Con respecto a la fracción de residuos peligrosos domésticos y de acuerdo a la instrucción previa, los clasificadores deberían apartar todos los materiales que coincidieran con las categorías señaladas en la tabla 6.1, así como cualquier recipiente no identificado o sospechoso, para incluirlo en el reporte o descartarlo con el resto de los residuos domésticos.

Tabla 6.1. Clasificación de Residuos Peligrosos Domésticos

Sigla	Categoría
A	Productos de mantenimiento automotriz
H	Productos para mantenimiento del hogar
B	Biocidas
L	Productos de limpieza
	Varios:
Vc	Productos para el cuidado personal
Ve	Envases presurizados
Vm	Medicamentos, jeringas y materiales de curación
Vp	Pilas
Vo	Otros varios

Además, como la cantidad de productos en cada muestra que pertenecían a esta categoría era reducida, aparte de realizar su selección y cuantificación, se llevó un registro de cada

uno de ellos, anotando en un formato los datos que se mencionan a continuación, después de hacer el pesaje de la manera en que se ilustra en la figura 6.6, donde también se observa que la báscula se calibró nuevamente, pero sin la placa de soporte, porque en este caso ya no era necesario.

- Descripción de material
- Categoría
- Nombre
- Fabricante
- Volumen del envase
- Peso bruto
- Porcentaje de producto en el envase
- Peso neto

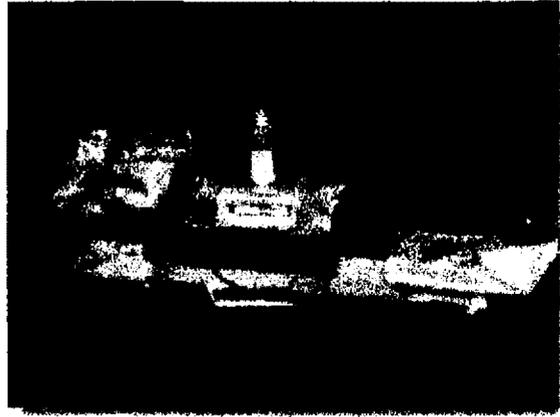


Figura 6.6. Pesaje individual de los RPD

Cabe mencionar que para calcular el peso neto de cada residuo peligroso doméstico encontrado en algunos casos se vació el material remanente en los envases y cada uno se pesaba separado; cuando esto no era posible, el porcentaje de material que aún quedaba en el envase se calculó a simple vista.

Todo lo anterior se realizó con el objeto de tener información más completa de los materiales peligrosos que se utilizan en los hogares y se disponen con el resto de los residuos con mayor frecuencia. Los formatos de reporte que se utilizaron para llevar el control de los datos, tanto para residuos sólidos municipales como para residuos peligrosos domésticos, se muestran en el apéndice C.

CAPÍTULO SEPTÉ

# Resultados y Discusión

### 7.1. Resultados

En el estudio se tomaron 10 muestras a lo largo de cuatro semanas, que arrojaron un total de 904.326 kg de residuos sólidos clasificados en los subproductos que se mencionaron con anterioridad. De esta cantidad, la fracción bruta de residuos peligrosos domésticos (incluyendo peso de los envases) sumó 7.735 kg y el peso neto fue de 3.143 kg.

La composición de los residuos sólidos municipales que se obtuvo en cada muestreo se observa en la tabla 7.1; en esta tabla, la categoría de residuos peligrosos domésticos involucra a todos los artículos que se encontraron, incluyendo pesos de los envases y envases vacíos; es decir, el porcentaje presentado se refiere al peso bruto de los RPD.

Tabla 7.1. Composición porcentual de los residuos sólidos municipales en cada muestreo

Subproducto	Muestras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cartón	2.18	4.80	5.97	2.15	2.35	2.80	3.88	2.96	3.93	3.34
Papel	9.57	13.87	14.15	7.57	9.27	12.00	9.24	11.55	10.66	9.88
Env. cartón encerado	2.14	2.18	3.09	2.69	1.76	3.22	2.04	2.23	3.35	2.81
Plástico de película	4.57	6.06	5.70	5.60	7.30	7.51	9.41	7.64	5.19	6.61
Plástico rígido	3.35	3.76	2.07	1.85	3.35	2.74	3.39	2.98	2.78	3.45
Envases de plástico	2.06	2.40	2.17	0.60	2.44	1.86	1.60	2.75	3.08	3.50
Otros plásticos	0.87	1.50	2.16	0.79	0.50	1.14	1.03	0.54	1.66	1.28
Aluminio	0.00	0.40	0.78	0.19	0.34	0.30	0.12	0.20	0.44	0.32
Otros metales	1.12	3.67	2.39	2.66	3.35	2.90	2.19	3.98	1.72	3.23
Vidrio	6.59	4.74	8.08	3.76	3.71	4.69	4.44	5.37	4.98	3.95
Madera	2.39	0.03	1.34	0.00	0.14	0.00	0.18	0.07	0.77	1.48
Textiles	3.42	1.24	2.05	0.87	2.99	1.62	1.70	3.53	2.77	2.21
Pañales desechables	9.71	1.03	7.16	6.73	6.55	4.83	3.98	6.47	6.29	4.82
<b>RPD (bruto)</b>	<b>1.30</b>	<b>1.54</b>	<b>0.63</b>	<b>1.63</b>	<b>1.47</b>	<b>0.36</b>	<b>0.52</b>	<b>0.42</b>	<b>0.33</b>	<b>0.85</b>
Materia orgánica	46.84	50.40	40.36	58.91	51.46	53.85	53.28	47.65	49.15	50.07
Varios	3.91	2.36	1.92	4.01	3.02	0.17	3.00	1.68	2.89	2.18

Estos resultados se aprecian de manera más clara en la figura 7.1; cada grupo de barras indica el porcentaje de un subproducto determinado a lo largo del muestreo, por lo que se pueden observar las coincidencias en los resultados para un subproducto, así como las tendencias entre los porcentajes obtenidos para la serie de subproductos identificados en el estudio.

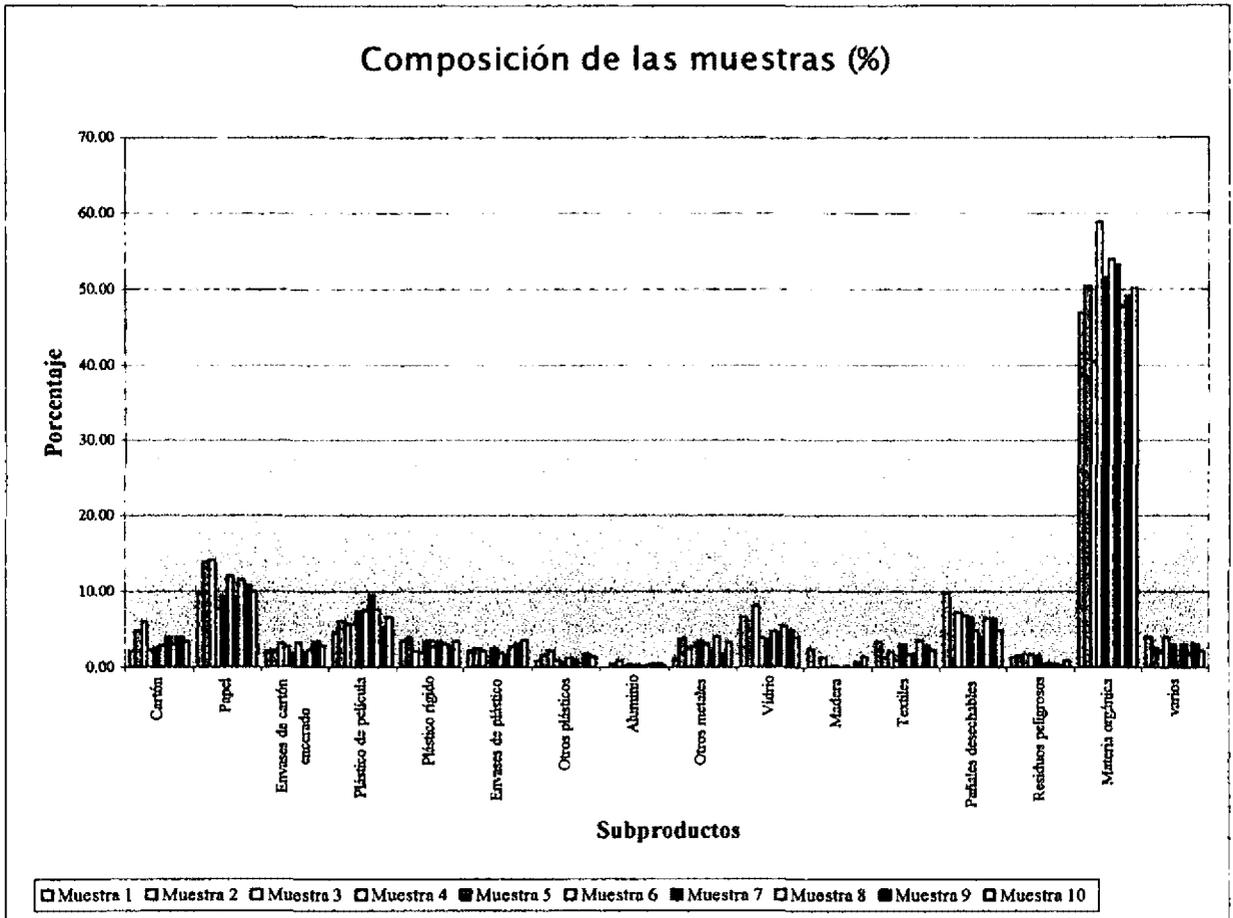


Figura 7.1. Composición porcentual de los RSM en los muestreos

La composición promedio que se obtuvo a partir de los resultados de las 10 muestras se observa en la tabla 7.2, y su distribución gráfica en la figura 7.2.

Tabla 7.2. Composición promedio de residuos sólidos municipales.

Subproducto	Promedio	Subproducto	Promedio
Cartón	3.44	Otros metales	2.72
Papel	10.78	Vidrio	5.03
Env. cartón encerado	2.55	Madera	0.64
Plástico de película	6.56	Textiles	2.24
Plástico rígido	2.97	Pañales desechables	5.76
Evases de plástico	2.25	<b>RPD (Bruto)</b>	<b>0.91</b>
Otros plásticos	1.15	Materia orgánica	50.20
Aluminio	0.31	Varios	2.51

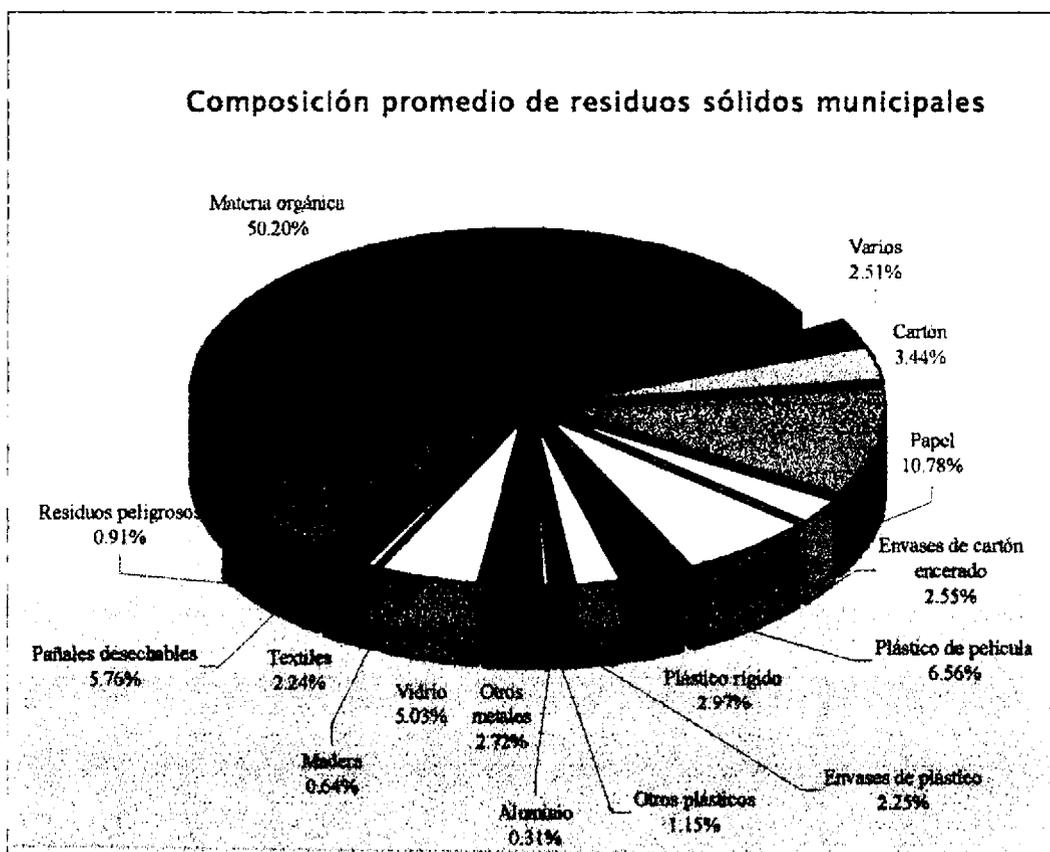


Figura 7.2. Composición promedio de residuos sólidos municipales

De igual forma, en la tabla 7.3 se puede apreciar el comportamiento del porcentaje neto de residuos peligrosos domésticos en cada muestreo, donde destaca que el valor obtenido en la cuarta muestra es singularmente elevado, situación que se debió a la presencia de una pila alcalina de 6 voltios cuyo peso tuvo que considerarse como peso neto.

Tabla 7.3. Porcentaje neto de RPD en cada muestreo (pesos en gramos)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso muestras	58872	82993	126037	94221	66487	78062	93811	90920	110755	102168
Peso neto RPD	354	316	139	1288	373	40	173	97	80	283
% neto de RPD	0.601	0.381	0.110	1.367	0.561	0.051	0.184	0.107	0.072	0.277

También cabe mencionar que en el séptimo muestreo se encontró una bolsa de radiografías que pesó 544 gramos que, aunque se registró en el reporte correspondiente, no se tomó en cuenta al realizar los cálculos ya que en ninguna referencia se consideró este material como un residuo peligroso doméstico; de esta manera, ese peso se incluyó en la categoría de residuos sólidos municipales varios.

Así, de acuerdo a las cifras de la tabla 7.4, el porcentaje global neto de residuos peligrosos domésticos fue de 0.348%, para el cual sólo se tomaron en cuenta el peso total de la fracción neta de residuos peligrosos domésticos a lo largo del muestreo y el peso de todas las muestras; estos valores se muestran a continuación.

Tabla 7.4. Porcentaje global neto de la fracción de RPD (pesos en gramos)

Variable	Total
Peso de las muestras	904 326
Peso neto de la fracción de RPD	3 143
% global neto de la fracción de RPD	0.348

Por otra parte, a partir de todos los productos identificados como residuos peligrosos domésticos, se realizó el desglose de dicho grupo, quedando su composición como lo indica la tabla 7.5, donde, igualmente, se hace distinción entre las fracciones bruta y neta. El inventario completo de los productos peligrosos registrados durante el muestreo se puede consultar en el apéndice D.

Tabla 7.5. Composición promedio de los RPD obtenida en 10 muestreos.

Clave	Categoría	Bruto		Neto	
		Peso	%	Peso	%
A	Productos de mantenimiento automotriz	102	1.32	28	0.89
H	Productos para mantenimiento del hogar	1653	21.37	833	26.50
B	Biocidas	263	3.40	20	0.64
L	Productos de limpieza	910	11.76	36	1.15
	Varios				
Vc	Productos para el cuidado personal	1436	18.56	319	10.15
Ve	Envases presurizados	1120	14.48	25	0.80
Vm	Medicamentos, jeringas y material de curación	600	7.76	309	9.83
Vp	Pilas	1477	19.10	1477	46.99
Vo	Otros varios	174	2.25	96	3.05
	<b>Total</b>	<b>7 735</b>	<b>100</b>	<b>3 143</b>	<b>100</b>

En las siguientes gráficas se aprecian más claramente estos resultados y la diferencia entre los porcentajes bruto y neto de los residuos peligrosos domésticos

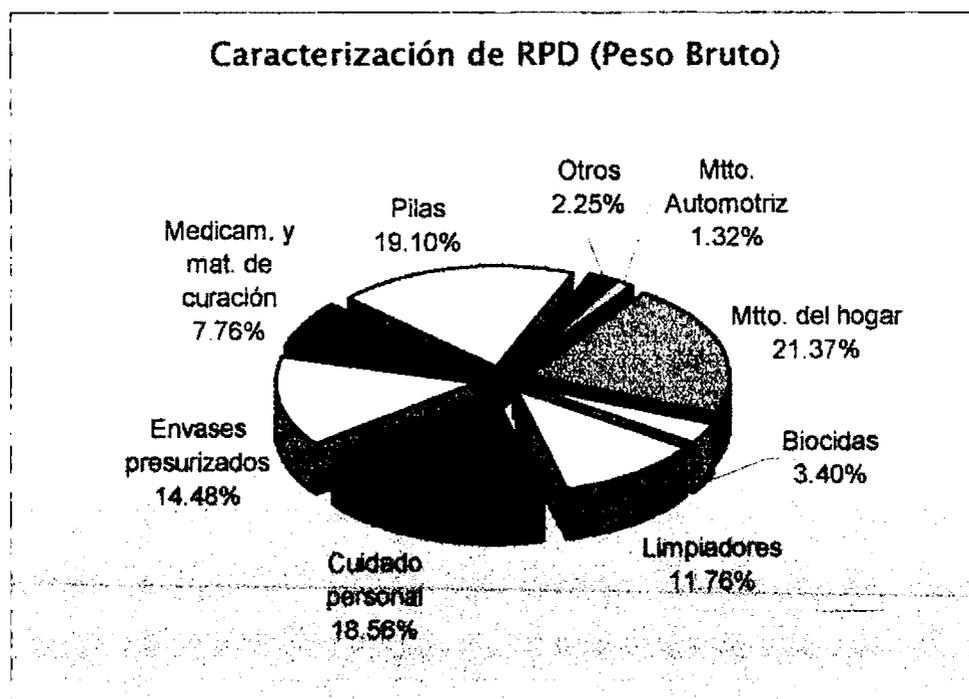


Figura 7.3. Caracterización de RPD en peso bruto

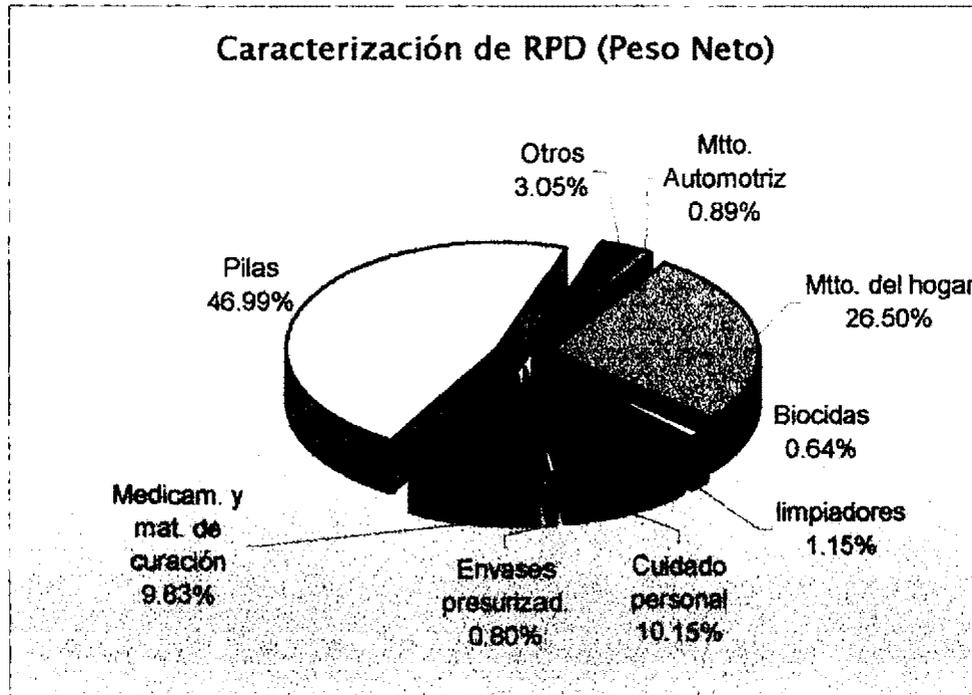


Figura 7.4. Caracterización de RPD en peso neto

## 7.2. Discusión

### 7.2.1. Residuos sólidos municipales

La composición de los residuos sólidos municipales fue aproximadamente como se esperaba, con cifras comunes para nuestro país en cuanto a residuos orgánicos (50%), cartón y papel (14%), vidrio (5%) y metales (3%), entre otras categorías.

Lo que no se esperaba fue la gran cantidad de plásticos que se hallaron (13%), y sobre todo el plástico de película, que acumuló casi la mitad de todos los plásticos (6.5%), lo cual es notable porque los porcentajes se calcularon con respecto al peso, y el plástico de película tiene un peso volumétrico muy bajo. Sin embargo, esto se explica porque las personas tienen la facilidad de sacar su basura cada vez que ellos salen de la Unidad, por lo que emplean más bolsas para sacar la misma cantidad de residuos que en otros lugares donde la recolección se realiza determinados días a la semana, situación que se fomenta por la cercanía de tiendas de autoservicio que proveen de bolsas a los consumidores para acarrear sus compras.

La variabilidad en los pesos de las muestras se debió a que no se pudo contar con una báscula con capacidad para 200 kg como lo indica la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-15-1985, correspondiente al Método de Cuarteo, por lo que el tamaño de la muestra se determinó sólo con base en la observación del volumen de residuos que aportaba la cantidad necesaria para constituir una muestra.

### *7.2.2. Residuos peligrosos domésticos*

De acuerdo a los resultados, la cantidad de residuos peligrosos domésticos se localiza dentro de los parámetros que se han encontrado en otros lugares según lo que reporta la bibliografía, y aunque el porcentaje de residuos peligrosos domésticos en cada estudio puede variar de acuerdo a los residuos que se vayan a tomar en cuenta, la cifra que aquí se obtuvo es muy similar a la que Vázquez Campos (1994) menciona que se puede encontrar en México, de aproximadamente 0.33% de los residuos municipales.

Se observó que cuatro categorías dominaron en cuanto al porcentaje hallado. Una de ellas fue la que incluía a todos los productos para mantenimiento del hogar. Esta categoría fue una de las más abundantes en peso, ya que a ésta pertenecían pinturas y materiales adhesivos; de éstos, gran parte del porcentaje se debió a las pinturas, ya que con excepción de una pequeña lata, todas aún conservaban parte de su contenido, que aún parecía estar en buenas condiciones.

Otra categoría con una participación importante en la composición de los RPD fue la que incluía las pilas. Casi toda la fracción referente a esta categoría correspondió a pilas alcalinas y sólo una pila de litio; sin embargo, el porcentaje tan abundante que alcanzó este material se debió a que se encontró una pila de 6 voltios, que contribuyó con el 85% del peso de toda la categoría.

En cuanto a la categoría de los productos para el cuidado personal, ésta se constituyó principalmente de residuos de perfumes y lociones para la piel, en algunos de los cuales aún se observó parte de su contenido.

La última categoría que se encontró continuamente a lo largo del muestreo fue la de medicamentos, jeringas y materiales de curación, ya que se observó una gran cantidad de medicamentos, de los cuales, muchos todavía incluían un porcentaje importante de su contenido; asimismo, se contaron 14 jeringas, entre hipodérmicas y de insulina. Sin embargo, de todos estos residuos, ninguno coincide con la definición de residuos patológicos que especifica la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1993 que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.

Asimismo, cabe mencionar que los resultados que se obtuvieron tienen representatividad en cuanto a los materiales que se desechan en los hogares; no obstante, si se implementara un programa piloto de recolección de RPD se deben tomar en cuenta, además de los residuos

que aparecieron en los muestreos, otros de uso muy común y que tienden a permanecer almacenados en los domicilios, como los productos de mantenimiento automotriz y los solventes, ya que esta situación se ha observado en lugares donde se ha calculado la composición de los residuos peligrosos domésticos que se desechan junto con la basura y los que se llevan a programas de un día o instalaciones permanentes.

Además, no se encontraron signos que muestren la incidencia de algún subproducto en particular en un día específico y respecto a la variabilidad por temporadas de estos residuos, no se prevé algún cambio significativo, debido a que son productos que se emplean durante todo el año, y muchos de ellos pueden acumularse en las viviendas por mucho tiempo, hasta que se desechan en un día de limpieza, siendo tal vez una excepción el caso de las pilas, cuya ocurrencia podría aumentar semanas después de la época navideña y en forma particular en México, debido a los regalos infantiles de los “Reyes Magos”, cuando se incrementa la compra de artículos que las requieren para funcionar, o los insecticidas después del verano o la época de lluvias.

CAPÍTULO OCHO

# Propuestas para el Manejo Adecuado de los RPD

Como resultado de las experiencias adquiridas a lo largo de la investigación bibliográfica y de campo, se considera que para disminuir los impactos negativos debidos al manejo incorrecto de los residuos peligrosos domésticos, deben tomarse en cuenta las siguientes sugerencias.

### 8.1. Uso

Una de las medidas básicas de seguridad implica la lectura y el seguimiento cuidadosos de las instrucciones impresas en las etiquetas de cada producto; asimismo, evitar las mezclas de sustancias incompatibles, como limpiadores de diferente naturaleza.

Además, siempre que sea posible debe consumirse todo el producto antes de desechar cualquier envase y por supuesto, antes de comprar uno nuevo. Para ello, es conveniente adquirir sólo la cantidad que se va a utilizar o el envase en la presentación de menor cantidad. En el muestreo se observó que con mayor frecuencia, los envases grandes se desecharon con una parte de su contenido, y principalmente las pinturas.

### 8.2. Almacenamiento

Todos los productos peligrosos que se emplean en el hogar deben almacenarse correctamente; es decir, en lugares secos, alejados del calor o flamas y acomodados en estantes altos, firmemente asegurados a las paredes o en gabinetes bajo llave para mantenerlos fuera del alcance de los niños.

Los productos deben mantenerse con su envase y etiqueta originales, para una fácil identificación o cuando menos con envases perfectamente rotulados. Es importante que se lea claramente el contenido de cada recipiente.

Nunca usar envases vacíos de productos peligrosos para almacenar otro producto peligroso y mucho menos envases vacíos de productos alimenticios, ya que los niños que aún no saben leer pueden reconocer los recipientes que les sean familiares.

Se recomienda escribir en la etiqueta la fecha de compra, para tener presente el tiempo que dicho material se ha estado almacenando; esto, además, servirá de referencia para identificar si un producto se elaboró antes o después de que algunos ingredientes se hayan prohibido, como el plomo y el mercurio de algunas pinturas, o el DDT de los plaguicidas.

### 8.3. Empleo de sustitutos no tóxicos o menos tóxicos

Siempre que sea posible, utilizar algunas de las recetas que se indican en el apéndice B en vez de comprar algún producto peligroso. Estas incluyen ingredientes comunes, menos peligrosos que los productos comerciales correspondientes y fáciles de encontrar en la mayoría de los hogares, como bicarbonato de sodio, vinagre, jugo de limón y jabón líquido.

### 8.4. Recolección separada del resto de los residuos sólidos municipales

Por ser la primera vez que se pondría en marcha un programa de recolección específicamente para residuos peligrosos domésticos, se recomienda, como ha sucedido en otros países, que el primer acercamiento se lleve a cabo con un formato de recolección de un día; éste sirve, además, para evaluar el interés de la población para participar en eventos de este tipo, el nivel de conocimiento en cuanto a las propiedades peligrosas de algunos productos de uso doméstico y para prever el grado de respuesta que tendrían eventos subsiguientes.

Para implementar un programa de recolección de residuos peligrosos domésticos de un día, debe tomarse en cuenta una serie de aspectos para garantizar el éxito del programa; estos aspectos se describen a continuación.

#### *8.4.1. Participantes del Programa*

Uno de los pasos más importantes dentro de la planeación de un programa de recolección de residuos peligrosos domésticos es organizar un grupo de personas que sea capaz de obtener los recursos que se necesiten y llevar el manejo del programa en general. Este grupo de personas puede integrarse por personal de diversos ámbitos, como por ejemplo:

- SEMARNAP,
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Instituto Nacional de Ecología,
- Dirección General de Residuos Sólidos del D.F. (o instancias municipales equivalentes)
- Dirección General de Protección Civil,
- Centro Nacional de Prevención de Desastres,
- Universidades,
- Asociaciones de profesionales del área,
- Empresas particulares, y
- Público en general.

### **8.4.2. Residuos a recolectar**

Hay que definir la fuente, el tipo y la cantidad de residuos que se podrán aceptar; es decir, se decidirá

- (a) si pueden admitirse los residuos de fuentes comerciales, independientemente de que en apariencia sean como residuos peligrosos domésticos
- (b) si se recibirá todo tipo de residuos peligrosos domésticos, o algunos se excluirán para dejar solamente aquéllos de manejo más común en este tipo de programas, como aceites usados, anticongelante, pintura, solventes, baterías, etc.
- (c) si debiera limitarse la cantidad aportada por participante, también para prevenir la intervención de empresas comerciales, que generan mayores volúmenes de residuos que podrían pasar por peligrosos domésticos.

Por ser las pinturas uno de los materiales que se encontraron en mayor cantidad durante el muestreo, un programa piloto podría basarse exclusivamente en su recolección, ya que además, no existe inconveniente para reusarla cuando se encuentra en buen estado.

Asimismo, sería conveniente considerar un programa de recolección de pilas ya que finalmente sí se detectó su presencia como parte de los residuos peligrosos domésticos que se identificaron en las muestras.

### **8.4.3. Métodos de manejo de los residuos colectados**

Es necesario organizar una estrategia de manejo para cada uno de los residuos que se van a recibir, de lo contrario, la empresa resultaría infructuosa en cuanto a la disposición correcta de dichos residuos.

Las principales alternativas ya se describieron en el subcapítulo *Opciones de reciclaje y tratamiento para algunos residuos peligrosos domésticos*, e incluyen prácticas como reuso, reciclaje y tratamiento; sin embargo, puede suceder que en México no exista la infraestructura para proporcionar algún tratamiento, y en algunos casos ninguna de estas opciones será factible, por lo que esos materiales deberán manejarse simplemente como residuos peligrosos.

### **8.4.4. El sitio**

Al seleccionar un sitio dónde realizar el acopio de los residuos peligrosos domésticos, se deben tomar en cuenta algunos aspectos de seguridad y al mismo tiempo, de accesibilidad, para asegurar que la jornada se lleve a cabo con una respuesta favorable por parte de los ciudadanos, y sin incidentes.

En primer lugar, la zona debe estar alejada de casas, parques y lugares donde jueguen los niños, cuerpos de agua, pozos u otros lugares que puedan estar propensos a contaminarse. No obstante, el lugar debe ser bien conocido por la población, de fácil localización y con vías claras de acceso. Además, debe contar con facilidades como una superficie impermeable de pavimento o concreto, agua potable, hidrantes e iluminación en caso de que las actividades se prolonguen hasta después de la puesta de sol.

Por todos estos requerimientos, los sitios de recolección de residuos peligrosos domésticos en los Estados Unidos y la Unión Europea, típicamente han sido estacionamientos de lugares públicos, como centros comerciales o estadios, además de estaciones de transferencia, escuelas y estaciones de bomberos entre otros.

#### ***8.4.5. Entrenamiento del personal***

El entrenamiento del personal que participará en el programa es una actividad compleja puesto que las funciones y responsabilidades de los diferentes participantes del programa son muy variadas, desde los encargados de recibir a las personas que llegan con sus residuos peligrosos, hasta los químicos que deberán caracterizar los materiales recibidos.

El responsable o los responsables del programa explicarán a los empleados cuáles son sus funciones y las prácticas para llevarlas a cabo con éxito. La instrucción del personal, de acuerdo a las actividades que les corresponde, puede reducirse a control del tráfico y aplicación de encuestas, para el personal del área de recepción, y en el caso del personal que manejará los residuos recibidos, se deben incluir procedimientos para identificación de residuos, como reconocimiento de etiquetas, evaluación física y análisis químico de campo.

Además, dependiendo de su función, deberán recibir formación en cuanto a normatividad sobre manejo de residuos peligrosos, toxicología, química de los materiales peligrosos, identificación de riesgos en el sitio y prácticas para minimizarlos, respuesta a emergencias, uso del equipo de protección personal y para emergencias, primeros auxilios, así como su labor en caso de que ocurriera algún accidente –aunque los temas de seguridad se recomiendan para todo el personal que va a estar en contacto con los residuos.

#### ***8.4.6. Acercamiento con la comunidad***

Una de las partes más importantes de cualquier programa de esta naturaleza, es comunicar a la población la información necesaria en cuanto a los residuos peligrosos domésticos en general y del programa en sí. Dicha información puede incluir los siguientes aspectos:

- Qué es un residuo peligroso doméstico
- Cuáles son los riesgos del manejo inadecuado de estos productos
- Cómo almacenar y usar de manera segura los productos peligrosos domésticos
- Qué alternativas existen para generar menos residuos peligrosos domésticos

- Cuándo y dónde se celebrará la recolección de residuos peligrosos domésticos
- Cuáles materiales se aceptarán y cuáles no
- Cómo transportar de manera segura dichos materiales
- Por qué se requiere de la participación de la población
- A quién se pueden dirigir para obtener mayor información

Esta información se puede hacer llegar a los usuarios a través de diversos medios, como anuncios publicitarios o artículos informativos en radio, periódicos o revistas locales, avisos incluidos dentro de los recibos de otros servicios, carteles pegados en lugares públicos (escuelas, hospitales, centros de pago de servicios, centros comerciales, paradas del metro y de autobuses), folletos y trípticos.

#### ***8.4.7. Financiamiento***

Aunque se pueden buscar fondos privados para solventar los gastos que implica la puesta en marcha de un programa de este tipo, la mayor parte de los recursos tendría que ser parte del presupuesto de los gobiernos estatales y municipales donde se lleve a cabo el programa, que usualmente son los encargados de proporcionar este servicio; además, no es conveniente implementar una tarifa por usuario, se ha observado que principalmente en los primeros acercamientos con la población, el efecto en el programa es más bien negativo, ya que aminora la tasa de participación de la gente; es decir, en las primeras etapas la participación ciudadana es su mejor aportación.

Sin embargo, no debe descartarse la participación de los fabricantes de algunos de los productos peligrosos domésticos, como aceites, pilas y plaguicidas, que en otras ocasiones han cooperado para implementar programas para fomentar el manejo adecuado de tales materiales.

#### **8.5. Establecimiento de una normatividad que regule el manejo de los residuos peligrosos domésticos**

Para poner en marcha prácticas para un manejo seguro e integral de los residuos peligrosos domésticos, es necesario establecer normas que regulen su manejo adecuado; de lo contrario, sin una normatividad aplicable para estos casos, será complicado asegurar un control apropiado de las actividades que se lleven a cabo para la identificación y manejo de los residuos peligrosos domésticos.

En los siguientes apartados se mencionan propuestas generales con relación a los temas que una norma debe abarcar, tanto para estudios de generación de residuos peligrosos domésticos, como para indicar el listado, manejo, tratamiento y disposición de los mismos.

### **8.5.1. Residuos peligrosos domésticos. Estudio de generación**

#### **Objetivo y campo de aplicación**

Determinar cuál es el objetivo de la norma para estudio de generación de residuos peligrosos domésticos

#### **Definiciones**

Se deben incluir definiciones de los términos técnicos que se manejen a lo largo de la norma.

#### **Aparatos y equipo**

Es conveniente incluir los aparatos y equipo mencionados en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-22, más los necesarios para garantizar la seguridad del personal que vaya a trabajar específicamente con los residuos peligrosos domésticos, como mascarillas, lentes de protección (goggles), guantes de latex para colocarse dentro de los guantes de carnaza y tapones para oídos.

#### **Obtención de la muestra**

Se debe indicar el método más adecuado para obtener la muestra, así como el peso mínimo que ésta debe tener para no perder representatividad del universo a muestrear, considerando que la fracción de RPD generalmente no es mayor del 1% del peso total de la muestra.

#### **Procedimiento**

En este apartado se deberá indicar el método que se ha de emplear para realizar el estudio de generación, considerando, además, que antes de comenzar la selección de subproductos deberá realizarse una pre-selección, para que el personal propiamente equipado e instruido separe los residuos peligrosos domésticos antes de que empiecen a trabajar las personas encargadas de la selección de los subproductos; asimismo, se debe señalar que si en algún momento de la selección se encuentra un objeto o sustancia que pueda clasificarse como residuo peligroso doméstico, se debe llamar al personal apropiado para que retire tal objeto y lo incluya donde pertenece.

#### **Cuantificación**

Aquí es necesario apuntar que la cuantificación de los residuos peligrosos domésticos se debe realizar tanto para la fracción bruta, como para la cantidad neta de material en los recipientes. Es decir, en el primer caso, se incluye el peso del material con su envase, así como envases vacíos; y para la fracción neta se deberá calcular el peso real del material dentro del envase, basándose en estimaciones tanto del porcentaje de material remanente, como de la cantidad total que puede contener el recipiente, con excepción de artículos como las pilas o las jeringas, cuyo peso bruto es también el peso neto.

Finalmente, la suma de cada una de las fracciones dividida entre el peso total de la muestra determinará el porcentaje bruto y neto de residuos peligrosos domésticos presente en los residuos sólidos municipales

## **Reporte**

Los resultados deben registrarse en un formato de reporte en donde se incluyan tanto los datos de identificación de cada uno de los objetos que se encontraron como los pesos bruto y neto que presentaron; para esto se puede consultar el apéndice C en la figura C-2, donde se muestra el formato utilizado en este trabajo.

### ***8.5.2. Residuos peligrosos domésticos. Listado, manejo, tratamiento y disposición***

#### **Objetivo y campo de aplicación.**

Mencionar cuál es el objetivo de esta norma, así como a qué instancias se aplica el contenido de la misma, tanto generadores de residuos peligrosos domésticos como prestadores de los servicios de transporte, tratamiento y disposición final.

#### **Definiciones**

Se incluirán definiciones de los términos técnicos que se manejen a lo largo de la norma.

#### **Clasificación de residuos peligrosos domésticos.**

Se deben establecer categorías que especifiquen los materiales de uso común en las viviendas que se consideran como residuos peligrosos domésticos cuando éstos se desechan.

#### **Manejo primario.**

Aquí se definen qué medidas deben tomar los generadores para transportar los residuos peligrosos domésticos hasta un punto de recolección; es decir, cuál es la cantidad límite de residuos transportados que garantiza su seguridad, cómo se deben clasificar los residuos peligrosos domésticos, qué tipo de contenedores se deben emplear, así como reglas para productos incompatibles que no deben almacenarse ni transportarse juntos.

#### **Manejo secundario.**

En esta sección se determinará qué tipo de contenedores se deben emplear para almacenar los residuos peligrosos domésticos colectados, cuáles deben ser las características de las instalaciones que presten almacenamiento temporal a los residuos peligrosos domésticos, cómo deben ubicarse los contenedores de cada tipo de residuos en dichas instalaciones, cuál es el tiempo máximo de almacenamiento temporal, qué análisis deben hacerse a los residuos peligrosos domésticos no identificados, así como identificar cuáles residuos aún se pueden reutilizar y cuáles se pueden reciclar, qué tratamientos deben recibir los residuos antes de su disposición y finalmente qué características debe tener el vehículo que transporte residuos peligrosos domésticos hasta las instalaciones de reciclaje, tratamiento y/o disposición final.

**Disposición final.**

Se deben establecer los métodos de disposición final que aplican para cada tipo de residuo, qué características deben tener los sitios permitidos para disponer de manera definitiva los residuos peligrosos domésticos y en su caso, cómo deben ser las celdas de confinamiento.

**Conclusiones  
y  
Recomendaciones**

## 9.1 Conclusiones

### *9.1.1 De la investigación bibliográfica*

Se ha mostrado que la cantidad de residuos peligrosos domésticos que se genera en una población, aunque pequeña en porcentaje, es suficiente para producir impactos negativos en las personas, en los sistemas de manejo de residuos sólidos municipales y en el ambiente.

Por esta razón, en muchos países ya se han establecido estrategias para manejar adecuadamente estos residuos, con la conciencia de que es más barato prevenir los efectos adversos ahora que enmendar los daños después.

Además, como ha sucedido en otros países, la cultura del reciclaje facilita la puesta en marcha de los programas de manejo de residuos peligrosos domésticos como parte de los sistemas de limpieza municipal; sin embargo, para aplicar cualquiera de los métodos de manejo de residuos peligrosos domésticos que aquí se describieron, se deben adaptar a las circunstancias particulares de cada lugar, como la cantidad y calidad de los residuos, rasgos de la población, características del sitio e infraestructura de reciclaje y tratamiento para dichos residuos.

No obstante, cabe mencionar que tanto en el ámbito nacional como en el internacional, la información bibliográfica respecto al tema es limitada y mucha de la información disponible no trata el tema con profundidad.

Por último, hay que tomar en cuenta que en el caso particular de México, la infraestructura para dar tratamiento y disposición a la gran mayoría de los residuos peligrosos domésticos está concentrada en zonas muy localizadas, y por lo tanto, no se puede esperar que se implementen medidas definitivas a corto plazo para manejar adecuadamente estos residuos a nivel del país entero.

### *9.1.2 De la fase experimental*

No existe una metodología establecida para hacer estudios de generación de residuos peligrosos domésticos, por lo que el procedimiento empleado durante esta investigación se basó tanto en la normatividad mexicana para residuos sólidos municipales, como en las experiencias obtenidas por algunas instancias norteamericanas en estudios de esta naturaleza.

Los porcentajes de los subproductos que integraron las muestras representan aproximadamente una caracterización típica que se pueden encontrar en México, sobresaliendo la fracción de residuos orgánicos con la mitad de todos los residuos

seleccionados, que finalmente, es una particularidad de la composición de los residuos sólidos municipales en países con el grado de industrialización que tiene éste.

La cantidad promedio de residuos peligrosos domésticos que se encontró a lo largo del muestreo se localiza dentro del rango reportado en la literatura técnica, que va más o menos entre 0.1 y 1%; y aún más, el valor de 0.348% obtenido está muy cercano a la cifra de 0.33% que se encontró como antecedente para México.

Los residuos peligrosos domésticos que se encontraron en mayor proporción, en peso, a lo largo de las muestras fueron las pilas, las pinturas, los productos para el cuidado personal y los medicamentos y materiales de curación.

Dada la concordancia de los resultados que se obtuvieron en el muestreo con los que se esperaba encontrar, se infiere que el procedimiento empleado fue apropiado para este caso en particular y a partir de éste podría establecerse una metodología general para estudios de generación de residuos peligrosos domésticos.

Por último, se debe recalcar que la cantidad de residuos peligrosos domésticos que se genera, tal vez sea pequeña por casa habitación, pero cuando se considera junto con el resto de los residuos generados en una ciudad, la cifra ya adquiere otras dimensiones, como muestran las siguientes estimaciones:

De acuerdo con el porcentaje obtenido en este estudio, de 0.348%, la generación de RPD por habitante del Distrito Federal, considerando una tasa de generación de 1.2 kg/hab/día sería

$$1.2 \text{ kg/hab/día} \times 0.00348 = 0.0042 \text{ kg de RPD/hab/día}$$

Pero si se toma en cuenta que la ciudad de México tiene una población de 8 591 309 habitantes (INEGI, 2000), la generación diaria de RPD para esta el D.F. sería

$$0.0042 \text{ kg de RPD/hab/día} \times 8\,591\,309 \text{ hab} = 36\,083 \text{ kg de RPD/día}$$

Sin embargo, es conveniente resaltar que tal cantidad sólo sería válida en las condiciones bajo las cuales se realizó este estudio.

## 9.2. Recomendaciones

1. Ya que existen productos peligrosos que se utilizan de manera cotidiana en los hogares, se debe informar al público sobre cuáles materiales domésticos contienen sustancias peligrosas, qué alternativas existen para esos productos, cuáles son los peligros que representa el manejo inadecuado de estos residuos y qué prácticas de manejo seguro se pueden emplear.

2. A este respecto, hay que hacer hincapié en la minimización desde la fuente como primera medida de un manejo correcto de los residuos peligrosos domésticos.
3. Más adelante, los programas de manejo se pueden establecer sólo con algunos residuos de fácil identificación y uso común en la población, como son las pilas; o bien, con las pinturas, de las cuales la mayor parte se puede reutilizar.
4. Por otra parte, los resultados que se obtuvieron en esta investigación podrían completarse si se realizara un estudio de clasificación y cuantificación de residuos peligrosos domésticos a lo largo de varias temporadas durante un año y en diferentes estratos socioeconómicos.
5. Se debe contar con una Norma Oficial Mexicana para estudios de generación de residuos peligrosos en distintas fuentes de generación, y en particular en las fuentes domiciliarias; de esta manera, los resultados que se obtengan podrán tener la correspondencia necesaria para establecer puntos de comparación.
6. Es necesario realizar estudios CRETIB a los residuos peligrosos que se generan en los hogares y que aún no estén contemplados en la normatividad mexicana, porque si bien en la mayoría de los casos se sabe cuáles son sus ingredientes, actualmente no se puede determinar de manera exacta qué características peligrosas presentan estos residuos.
7. Además, se debe ampliar la investigación sobre los efectos ambientales y en la salud humana debido al manejo inadecuado de los residuos peligrosos domésticos, ya que toda la información existente en nuestro país es muy escasa, y ésta es indispensable para determinar el manejo más apropiado que se le puede dar a este tipo de residuos.
8. Es necesario determinar los posibles daños que provocan los residuos peligrosos domésticos en los rellenos sanitarios; si bien se sabe que la infraestructura de estas obras no está diseñada para soportar las emisiones que generan los residuos peligrosos, no se sabe a ciencia cierta cuáles son sus verdaderos efectos.
9. Finalmente, por todos los motivos que se expusieron con anterioridad, es necesario establecer políticas para el manejo de los residuos peligrosos generados en fuentes domiciliarias.

- A. Componentes peligrosos más comunes de los RPD**
- B. Alternativas más seguras**
- C. Formatos de reporte**
- D. Inventario**

## Apéndice A. Componentes peligrosos más comunes de los residuos peligrosos domésticos

A continuación se presenta una lista de los principales ingredientes de los residuos peligrosos domésticos. La mayoría de los compuestos aquí mencionados se encuentra en la página electrónica *Virtual House* de la Universidad de Missouri-USEPA y el International Chemical Safety Card, a excepción de donde se indica otra fuente.

### **Aceite de cedro**

Es un depresor del sistema nervioso central y puede provocar abortos espontáneos.

### **Aceite de pino**

Irrita los ojos y las membranas mucosas.

### **Acetato de etilo**

Es irritante a los ojos, nariz y garganta; tiene efectos anestésicos.

### **Acetato de plomo**

Esta sustancia puede absorberse en el cuerpo por inhalación e ingestión. Irrita los ojos y puede tener consecuencias negativas en la sangre y el sistema nervioso central, como anemia, incremento en la presión sanguínea, parálisis, desórdenes nerviosos y cambios en el comportamiento; afecta los riñones, se sospecha que puede provocar cáncer y afectar la reproducción en los humanos.

### **Ácido clorhídrico**

Sus vapores son extremadamente corrosivos y causa quemaduras cuando entra en contacto con la piel, los ojos y el tracto respiratorio. Su inhalación a altas concentraciones puede causar edema pulmonar y bronquitis crónica, y también ocasiona erosión en los dientes.

### **Ácido fluorhídrico**

Es corrosivo, causa quemaduras en la piel y los ojos. Su ingestión causa dolores abdominales, quemaduras, diarrea, vómito y finalmente colapso. La inhalación de este gas puede producir quemaduras, tos, dificultad para respirar y edema pulmonar y daña los músculos y los huesos.

### **Ácido sulfúrico**

Es corrosivo, causa serias quemaduras en la piel y puede provocar ceguera. Si se inhala afecta a los pulmones y las exposiciones crónicas llegan a ocasionar erosión en los dientes.

### **Ácido oxálico**

Daña los riñones y el hígado, irrita los ojos y el tracto respiratorio causando irritación en la garganta, tos, falta de aliento y dificultad para respirar; es corrosivo para el tracto digestivo y puede causar dolor abdominal, vómito, somnolencia y convulsiones. Además fomenta la aparición de cálculos renales.

### **Acrilonitrilo**

El vapor es más pesado que el aire, por lo que fácilmente irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio y aunque sus efectos pueden tardar en presentarse, daña el hígado, la sangre y el sistema nervioso central.

### **Amonio**

Sus vapores son irritantes para los ojos y los pulmones y puede causar quemaduras en la piel. Si se mezcla con algún producto que contenga cloro se producirán gases muy peligrosos.

### **Benceno**

El benceno se puede absorber rápidamente por inhalación y a través de la piel. Si llega a los pulmones puede causar neumonía química, además de inconciencia y efectos en el sistema nervioso central. A largo plazo provoca daños en el hígado y el sistema nervioso, además de ser carcinogénico a los humanos (USEPA, 1998).

### **BPC's**

Se pueden absorber en el cuerpo por inhalación en forma de aerosol o a través de la piel y por ingestión. Pueden irritar los ojos, causan dermatitis, daños en el hígado, son cancerígenos y probablemente tienen efectos tóxicos en la reproducción humana.

### **Cadmio**

Es inflamable en forma de polvo. Se puede absorber en el cuerpo por inhalación e ingestión. Aunque los síntomas pueden no presentarse de inmediato, provoca tos, dolor de cabeza, irritación en los ojos, dolor abdominal, diarrea, náusea y vómito. A nivel de los órganos internos, ocasiona disfunción renal y daños en los pulmones, como edema pulmonar.

### **Carbamatos**

Son carcinogénicos en ratas, mutagénicos, teratogénicos en perros y ratones y afectan al sistema nervioso.

### **Cloro**

Sus vapores son más pesados que el aire y altamente irritantes para los ojos, la piel y el tracto respiratorio resultando en afecciones a los pulmones y bronquitis crónica y si se mezcla con amonio puede formarse un gas mortal.

### **Clorofluorocarbonos**

Cuando se emiten a la atmósfera pueden inducir la destrucción de la capa de ozono; sin embargo la mayoría de los aerosoles ya no contienen CFC's.

### **Cloruro de cadmio**

Sus vapores irritan los ojos y pulmones y puede causar quemaduras o erupciones en la piel.

### **Cloruro de metileno.**

Sus vapores son más pesados que el aire y se puede absorber a través de la piel, por ingestión e inhalación, provocando mareos, dolor de cabeza, náusea, irritación en los ojos,

la piel y el tracto respiratorio, pérdida de la conciencia, debilidad y finalmente la muerte. Puede tener efectos en el sistema nervioso central y el hígado, se sospecha que es cancerígeno y además sus vapores pueden causar acumulación de dióxido de carbono en la sangre.

**Cloruro de metilo**

Sus vapores pueden causar acumulación de monóxido de carbono en la sangre y se sospecha que es carcinogénico.

**Cloruro de vinilo**

Provoca disfunción en el hígado y probablemente es carcinogénico.

**Creosota**

Sus vapores causan irritación en ojos y nariz; puede absorberse a través de la piel y provocar cáncer a este órgano.

**Cresol**

Es corrosivo a los tejidos, afecta el hígado, los riñones, pulmones, páncreas y bazo. Se absorbe en el cuerpo por ingestión, a través de la piel y por inhalación de sus vapores, causando pérdida de la conciencia, y aunque sus efectos pueden no presentarse de inmediato, causa dermatitis, daños en los pulmones después de exposiciones crónicas, afecciones en el hígado, riñones y el sistema nervioso central.

**Destilados de petróleo**

Irritan la piel, ojos y el tracto respiratorio; puede causar edema pulmonar fatal y es inflamable.

**Diclorobenceno**

Sus vapores son irritantes para la piel, ojos y garganta y en estudios con animales de laboratorio ha causado lesiones en el hígado.

**Dicloruro de etileno**

Su vapor irrita los ojos y el tracto respiratorio, causando edema pulmonar. Tiene efectos en el sistema nervioso central, los riñones, el hígado y es un probable carcinogénico en los humanos.

**Dietil toluamida**

Es irritante para la piel sensible y para los tejidos del tracto respiratorio.

**Dimetil ftalato**

No se absorbe por medio de la piel, pero su ingestión causa depresión del sistema nervioso central

**Disulfato de sodio**

Forma ácido sulfúrico, el cual es corrosivo y causa quemaduras en la piel.

### **Esencias minerales**

Irritan la piel, los ojos y el tracto respiratorio; son narcóticas e inflamables.

### **Etanol**

Es altamente inflamable, en forma de vapor puede irritar los ojos, el tracto respiratorio y afectar el sistema nervioso central, resultando en irritabilidad, dolor de cabeza, fatiga, pérdida de la conciencia y su ingestión crónica puede causar cirrosis hepática.

### **Etilen glicol**

Capaz de envenenar animales que se sienten atraídos por su olor dulce; a través de la absorción cutánea puede irritar los ojos y la piel, causar daños a los órganos internos y su inhalación puede irritar el tracto respiratorio, provocar mareos, y a largo plazo dañar el sistema nervioso central.

### **Fenol**

Si se calienta puede causar vapores tóxicos. Es corrosivo en los ojos, la piel y el tracto respiratorio provocando edema pulmonar; causa depresión del sistema nervioso central, el corazón, los riñones y una exposición puede ser mortal. Afecta de manera severa al sistema circulatorio y probablemente es carcinogénico y tóxico para organismos acuáticos.

### **Formaldehido**

Es un irritante fuerte para los ojos, garganta, piel y pulmones, daña al sistema nervioso central, puede afectar la reproducción humana y se sospecha que es carcinogénico.

### **Hidrocarburos**

Algunas formas son cancerígenas.

### **Hidróxido de potasio**

Se puede absorber al cuerpo al inhalarse en forma de aerosol y por ingestión. Es altamente corrosivo a los ojos, la piel y el tracto respiratorio causando edema pulmonar.

### **Hidróxido de sodio**

Es extremadamente corrosivo y reacciona violentamente con los ácidos, causa quemaduras en la piel, los ojos, el tracto respiratorio y normalmente es mortal si se ingiere; cuando es ingrediente de algún producto en aerosol se aumenta el riesgo de daños por inhalación que van de tos e irritación en la garganta hasta edema pulmonar. Una exposición crónica puede causar sensibilización de la piel.

### **Hipoclorito de sodio**

Es corrosivo para la piel, los ojos y las membranas mucosas provocando dolor e irritación.

### **Isopropanol**

Irrita las mucosas y su ingestión provoca síntomas como somnolencia, inconciencia e incluso la muerte.

### **Metano**

Es extremadamente inflamable, y sólo o en mezclas con otros gases es explosivo. Su inhalación provoca sofocación e inconciencia, ya que abate la concentración de oxígeno en áreas cerradas.

### **Mercurio**

El mercurio es una sustancia química corrosiva que puede tener efectos nocivos cuando se inhalan sus vapores y cuando se absorbe a través de la piel. Las exposiciones a sus vapores en grandes concentraciones causan dolor en el pecho, dificultad para respirar e incluso edema pulmonar, que puede ser mortal. Las exposiciones constantes provocan intoxicaciones, caracterizadas por temblores, lesiones en las encías, problemas para recordar o concentrarse, repentinos cambios de humor y daños en los riñones.

### **Naftaleno**

Causa daños al hígado y las exposiciones prolongadas a sus vapores pueden provocar la formación de cataratas.

### **Naftas**

Su inhalación produce somnolencia, coma y ataques cardíacos; irrita los ojos, garganta y la piel.

### **Naftenato de cobre**

Puede absorberse a través de la inhalación de sus vapores; es irritante para los ojos, la piel y los pulmones, es posiblemente un material carcinogénico y afecta el sistema nervioso; es combustible y dañino a las formas de vida acuática.

### **Níquel**

Como polvo es inflamable. Si se inhala puede causar neumonía, asma y sinusitis y al contacto con la piel provoca sensibilidad y dermatitis después de exposiciones repetidas.

### **Nitrato de plata**

Se puede absorber en el cuerpo por ingestión y su inhalación en forma de aerosol. Es corrosivo cuando entra en contacto con los ojos, la piel, el tracto respiratorio y el tracto digestivo y puede provocar una pigmentación gris en la piel y las uñas

### **Organofosfatos**

Se ha demostrado que son carcinogénicos en ratas, teratogénicos en embriones de aves y afectan al sistema nervioso; son productos altamente tóxicos que causan dolor de cabeza, mareo, convulsiones y náusea.

### **Paradiclorobenceno**

Sus vapores son más pesados que el aire e irritan la piel, los ojos y el tracto respiratorio, afectan la sangre y el sistema nervioso central; en grandes cantidades puede causar lesiones al hígado, los riñones, la sangre y se sospecha que es carcinogénico.

### **Pentaclorofenol**

Es fetotóxico y causa defectos congénitos; es tóxico si se inhala, absorbe a través de la piel o ingiere. Puede causar efectos en el sistema cardiovascular, el sistema nervioso central, los riñones, el hígado y los pulmones.

### **Percloroetileno**

Sus vapores son cancerígenos y altamente tóxicos; causa mareos, somnolencia, náusea, dolor de cabeza, debilidad, pérdida de coordinación, de la conciencia, del apetito y desorientación. Puede afectar el hígado, los riñones, el sistema nervioso central y si se inhala causa neumonía química.

### **Plomo**

El plomo puede absorberse por ingestión, y si está en forma de aerosoles, también por inhalación. Causa efectos en el tracto gastrointestinal, en la sangre, el sistema nervioso central y los riñones, provocando cólicos, colapso, anemia, daño en los riñones y encefalopatía, y aunque algunos efectos pueden verse sólo después de algún tiempo, puede ser mortal. Además, después de una exposición prolongada se puede presentar parálisis de los músculos de las extremidades superiores, cambios de humor y de personalidad y desarrollo de retraso mental en personas y en fetos.

### **Polivinil pirrolidona**

Provoca lesiones en los riñones y el hígado y ha sido causa de cáncer en animales de laboratorio

### **Propelentes de aerosoles**

Se han asociado con daños cerebrales y son altamente inflamables.

### **Solventes clorados**

Son irritantes y depresores del sistema nervioso central y su toxicidad puede variar.

### **Solventes orgánicos**

Irritan los ojos y la piel, pueden causar agrietamiento de la piel y depresión del sistema nervioso.

### **Tetraetil plomo**

Se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión. Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Esta sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, provocando irritabilidad, insomnio y problemas cardíacos; además se puede presentar pérdida de la conciencia. Exposiciones agudas pueden provocar la muerte y si la exposición es repetida puede provocar problemas reproductivos.

### **Tetracloruro de carbono**

Destruye los tejidos del hígado, riñones y el sistema nervioso central por inhalación, absorción, contacto con la piel o ingestión, causando mareos, dolor de cabeza, náusea, irritación en la piel y los ojos y probablemente es carcinogénico a los humanos.

**Tioglicolato de amonio**

Causa erupciones en la piel y hemorragias subcutáneas y se ha asociado la hipoglicemia con la exposición a esta sustancia.

**Tolueno**

Se absorbe a través de la piel, por ingestión e inhalación de sus vapores, que son más pesados que el aire y pueden viajar a ras de suelo, produciendo dolor de cabeza, náusea, narcosis y depresión del sistema nervioso central que puede causar un decremento en la capacidad para aprender y desórdenes psicológicos; también provoca arritmia cardíaca e incluso la muerte.

**Tricloroetano**

Al contacto, causa irritación a los ojos y la piel; si se inhala provoca irritación en la nariz, mareos, somnolencia, dolor de cabeza, náusea y lapsos de inconciencia; puede provocar en depresión del sistema nervioso central y daños en el corazón y los riñones. Una exposición a grandes cantidades puede provocar la muerte

**Turpentina**

Es irritante y produce alergias en la piel; sus vapores causan dolor de cabeza, confusión y malestares respiratorios.

## Apéndice B. Alternativas más Seguras

Una manera de evitar los problemas asociados con la exposición a productos químicos domésticos y su disposición posterior en el momento que ya no se usan, es utilizar cuando sea posible, alguna de las alternativas que se presentan en la tabla B-1, las cuales incluyen productos no tóxicos o menos tóxicos, y que diversas agencias norteamericanas encargadas del manejo de los residuos peligrosos domésticos han propuesto como una medida para la minimización de la generación de estos residuos, en lugares como los estados de Minnessota, Iowa y el condado King, en Washington, por mencionar sólo algunos.

La aplicación de estas recetas, sin embargo, puede requerir más esfuerzo que con sus contrapartes comerciales y otras pueden no funcionar tan bien como aquéllos productos, pero su conveniencia en términos de costos, reducción de riesgos y prevención de la contaminación puede hacer que el cambio no resulte tan cuestionable

Tabla B-1. Alternativas más seguras a productos peligrosos comerciales

Producto	Alternativas
Aerosoles	- Usar productos en envases con atomizador o bolita giratoria siempre que sea posible.
Limpiador multiusos	- Mezclar 3 cucharadas de bicarbonato de sodio con un litro de agua tibia. - Añadir un poco de vinagre o jugo de limón a un litro de agua y una cucharada de bórax o jabón líquido.
Limpiador de vidrio y ventanas	- Mezclar ½ taza de vinagre con un litro de agua tibia y limpiar con periódico.
Limpiador de artículos cromados	- Aplicar vinagre blanco y limpiar frotando. - También puede usarse aceite para bebés.
Limpiador para plata <i>(deben probarse en un área pequeña antes de usarse en objetos de valor)</i>	- Revolver bicarbonato de sodio y jugo de limón, frotar el objeto con la mezcla y después enjuagar con agua. - Hervir el artículo de plata en un recipiente con papel aluminio en el fondo, un poco de agua, 1 cucharada de bicarbonato de sodio y 1 cucharadita de sal. Después, lavar con agua y jabón.
Limpiador para aluminio	- Frotar con una mezcla de 2 cucharadas de crema tártara y 1 litro de agua caliente.
Limpiador para acero inoxidable	- Frotar con bicarbonato de sodio usando una esponja - Limpiar con aceite mineral
Limpiador para cobre	- Aplicar una mezcla de vinagre o jugo de limón y sal sobre la superficie y frotar con una esponja.
Limpiador para pisos	- Usar agua con jabón o bicarbonato de sodio - Utilizar 1 taza de vinagre por cada cubeta de agua.
Limpiador para azulejos y tinajas de baño	- Mezclar ¼ taza de bicarbonato de sodio con ½ taza de vinagre blanco y un poco de agua tibia

Tabla B-1. Alternativas más seguras a productos peligrosos comerciales... (Cont.)

Producto	Alternativas
Limpiador de cañerías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar una bomba o algún otro dispositivo mecánico</li> <li>- Para prevenir atascamientos verter ½ taza de bicarbonato de sodio a la tubería, seguido por ½ taza de vinagre. Dejar reposar por 15 minutos y después enjuagar con 2 litros de agua hirviendo.</li> </ul>
Productos para pulir muebles de madera ( <i>para las partes interiores sin barnizar de los muebles</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar una mezcla de 3 partes de aceite de oliva o almendra con 1 parte de vinagre blanco y hacer penetrar frotando. Dejar reposar varias horas y después pulir con un paño suave y seco.</li> </ul>
Limpiador para moho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar una mezcla de agua y vinagre blanco.</li> <li>- Frotar las manchas con bicarbonato de sodio.</li> <li>- Para la cortina del baño, lavar con ½ taza de jabón y ½ taza de bicarbonato de sodio y añadir 1 taza de vinagre blanco para aclarar.</li> </ul>
Limpiador de hornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periódicamente tallar con bicarbonato de sodio y agua;</li> <li>- También puede usarse una mezcla de 2 cucharadas de jabón líquido, 2 cucharadas de bórax y agua tibia</li> </ul>
Blanqueador con cloro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar bórax.</li> </ul>
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar pintura de agua en vez de pintura de aceite.</li> </ul>
Fertilizantes químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar composta.</li> </ul>
Productos para control de hormigas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersar crema tártara o polvo de chile en su camino; las hormigas no cruzarán sobre estos productos</li> </ul>
Productos para control de insectos en las plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rociar agua con jabón en las hojas y luego enjuagar</li> <li>- Se pueden introducir insectos benéficos como mariquitas y mantis</li> </ul>
Repelente de mosquitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encender velas de limón</li> </ul>
Bolitas de alcanfor o repelentes de polilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner saquitos de algodón rellenos de viruta de cedro o hierbas secas entre la ropa.</li> </ul>
Repelente de pulgas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner hojas de eucalipto o mirto alrededor del área donde duermen los animales.</li> <li>- Utilizar un peine para pulgas e introducir las pulgas en agua jabonosa.</li> <li>- Agregar gradualmente pequeñas cantidades de levadura de cerveza al alimento de las mascotas (funciona como repelente)</li> </ul>
Veneno para ratas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar rejillas en las cañerías</li> <li>- Utilizar trampas mecánicas</li> </ul>
Desodorantes de ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hervir canela y clavos</li> <li>- Colocar ramos de hierbas en recipientes sin tapa</li> <li>- Poner una caja abierta de bicarbonato de sodio en el refrigerador</li> </ul>

### Apéndice C. Formatos de reporte de campo

A continuación se muestran los formatos empleados para el registro de los datos obtenidos en campo; la figura C-1 representa el formato para el registro de los subproductos no peligrosos, mientras que en la figura C-2 se observa el que se utilizó en el caso de los residuos peligrosos domésticos.

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO				
SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS NO PELIGROSOS				
Unidad Habitacional Integración Latinoamericana. Delegación Coyoacán, México, D.F.				
Fecha: _____		Hora: _____	Depósito: _____	
Muestra # _____				
Peso de la muestra: _____				
<i>Observaciones especiales</i>				
Clima: _____				
Muestra: _____				
Personal: _____				
#	Subproducto	Peso		Observaciones
		kg	%	
1.	Cartón			
2.	Papel			
3.	Envases de cartón encerado			
4.	Plástico de película			
5.	Plástico rígido			
6.	Otros plásticos			
7.	Envases de plástico			
8.	Aluminio			
9.	Metal			
10.	Vidrio			
11.	Madera			
12.	Textiles			
13.	Pañales desechables			
14.	Otros			
15.	Peligrosos			
16.	Orgánicos			
17.				
18.				
	<i>Total</i>			

Figura C-1. Formato de reporte para RSM



## Apéndice D. Inventario de RPD encontrados en el muestreo

A continuación se presentan todos los productos peligrosos encontrados en el muestreo, agrupados en las categorías señaladas en la tabla 6.1.

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
A	Líquido para transmisiones automát.	Transmisol	Mexlub/Pemex	946 ml	102	-	28
<i>Suma</i>					<b>102</b>		<b>28</b>
H	Pintura de esmalte anticorrosiva	Harmony	Meridian	-	68	-	2
H	Estopas con pintura	-	-	-		-	134
H	Pintura de esmalte	-	-	1 lt	175	0	0
H	Estopa con pintura y solvente	-	-	-	21	-	21
H	Esmalte anticorrosivo alquidálico	Comex	Comercial Mexicana de Pinturas	1 lt	470	25	212
H	Pintura en aerosol (laca automotiva)	ECO	Pinturas Optimus	454 ml	373	80	204
H	Pegamento de contacto	Resistol 5000	Productos de Consumo Resistol	21 ml	15	30	6
H	Soldadura en frío	Soldadura en frío para uso industrial, automotriz y doméstico	Química T.F. SA de CV	70 gr	43	45	32
H	Esmalte anticorrosivo alquidálico	-	-	1 lt	470	25	210
H	Pegamento para PVC rígido	Pegalón	Química Politécnica SA de CV	60 gr	18	20	12
<i>Suma</i>					<b>1653</b>		<b>833</b>
B	Solución de plata	Germifin	Comercializadora Jumbo	20 ml	8	0	0
B	Polvo antipulgas para perros y gatos	Bay-o-pet	Bayer de México SA de CV	100 gr	62	20	20
B	Insecticida en aerosol	Raid Matacucarachas	Ceras Johnson SA de CV	240 ml	78	0	0
B	Insecticida en aerosol	Raid Max	Ceras Johnson SA	440 ml	115	0	0
<i>Suma</i>					<b>263</b>		<b>20</b>

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo... (Cont.)

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
L	Blanqueador para ropa	El Chinito	Fabricantes y vendedores de productos para el hogar	1000 ml	46	0	0
L	Blanqueador para ropa	El Chinito	Fabricantes y vendedores de productos para el hogar	1000 ml	48	0	0
L	Limpiador multiusos	AJAX amonia	Colgate-Palmolive SA de CV	900 ml	73	-	8
L	Limpiador líquido	Maestro Limpio	Procter & Gamble	1 lt	67	0	0
L	Limpiador líquido	Brasso Brilla-Klin	Reckitt & Coleman de México	500 ml	81	0	0
L	Cloro	Clorox	Clorox de México S de RL	1 lt	43	0	0
L	Acido Muriático	Acido Muriático MB	ProQuim MB	1 kg	64	0	0
L	Blanqueador	Cloralex	Alen del Centro SA de CV	500 ml	38	0	0
L	Limpiador líquido c/repelente de insectos	Ajax con expel	Colgate-Palmolive SA de CV	850 ml	61	-	5
L	Blanqueador para ropa	El Chinito	Fabricantes y vendedores de productos para el hogar	1000 ml	46	0	0
L	Limpiador desinfectante	Pato Purific	Ceras Johnson SA de CV	473 ml	51	0	0
L	Limpiador líquido	ajax	Colgate-Palmolive SA de CV	1 lt	57	-	5
L	Desmanchador de óxido para ropa	-	House of fuller SA de SV	40 ml	34	40	16
L	Blanqueador para ropa	El chinito	Fabricantes y vendedores de productos para el hogar	1000 ml	44	0	0
L	Limpiador líquido	Maestro Limpio	Procter & Gamble	1 lt	68	0	0
L	Limpiador líquido	Fabuloso	Colgate-Palmolive SA de CV	1 lt	38	0	0
L	Blanqueador para ropa	Clorox	Clorox de México S de RL de CV	930 ml	51	0	2
<b>Suma</b>					<b>910</b>		<b>36</b>

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo... (Cont.)

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
Vc	Esmalte para uñas	Jean Charles		16 ml	40	50	10
Vc	Producto para teñir el cabello	Miss Clairol	Bristol-Myers	58 ml	12	0	0
Vc	Agua de colonia	Fa	Henkel Cosmetic	1000 ml	295	20	200
Vc	Crema reveladora p/teñir cabello	Motif	Bristol-Myers de México SA de CV	57 ml	36	0	0
Vc	Perfume	Our alternative to Anais Anais	Royal	100 ml	187	-	3
Vc	Aceite facial y para el cuerpo		Jafrá Cosmetics Inc.	4 fl oz.	120	0	0
Vc	Tratamiento capilar	Pento	CEE	100 ml	18	0	0
Vc	Producto para el cabello	Ineral	Cosbel SA de CV	15 ml	13	10%	2
Vc	Artículos para teñir el cabello	Koleston	Wela de México	-	92	0	0
Vc	Artículos para teñir el cabello	Miss Clairol	Bristol-Myers de México SA de CV	-	95	0	0
Vc	Esmalte para uñas	D'oro	-	-	42	60	12
Vc	Perfume	-	-	10 ml	18	50	6
Vc	Perfume	-	-	-	84	-	3
Vc	Bronceador	Coppertone	-	112 ml	83	25	31
Vc	Bloqueador	Sunscreen Lotion	Perigo Company	118 ml	150	40	52
Vc	Esmalte para uñas	D'oro	-	-	31	0	0
Vc	Artículos para teñir el cabello	Lóreal Imedia	Cosbel SA de CV	-	92	0	0
Vc	Quita esmalte con aceite especial	Atrix	BDF México SA de CV	110 ml	28	0	0
<b>Suma</b>					<b>1436</b>		<b>319</b>

Vp	Pilas alcalinas (2)	Rayovac	Microlite SA	AA 1.5 v	44	-	44
Vp	Pila alcalina	Rayovac	-	AA 1.5 V	22	-	22
Vp	Pilas alcalinas (2)	Golden Power	-	AA 1.5 V	37	-	37
Vp	Pila alcalina	Duracell	Duracell SA	AA 1.5 V	24	-	24
Vp	Pila alcalina	Duracell	Duracell Inc.	6 V	1264	-	1264
Vp	Pila Alcalina	Duracell	Duracell SA	AA 1.5 V	24	-	24
Vp	Pila alcalina	Energizer	Eveready Battery Co Inc.	AA 1.5 V	24	-	24
Vp	Batería de litio	Duracell	Duracell SA	-	16	-	16
Vp	Pila alcalina	Rayovac	-	AA 1.5 V	22	-	22
<b>Suma</b>					<b>1477</b>		<b>1477</b>

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo... (Cont.)

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
Ve	Almidón instantáneo para ropa (en aerosol)	Niágara	CPC Internacional	624 gr	159	0	0
Ve	Mantequilla en aerosol p/cocina	PAM	International Home Foods Inc.	141 gr 5 oz	85	0	0
Ve	Fijador para el cabello en aerosol	Rave	Pond's de México SA	289 gr	110	0	0
Ve	Gel para afeitar	Gillette Satin Care	Gillette Company Inc.	198 gr	110	0	0
Ve	Espuma modeladora	Styling Mousse	-	312 gr	64	-	3
Ve	Fijador para el cabello en aerosol	Silkience	Gillette Company Inc.	200 gr	50	0	0
Ve	Antiséptico y anestésico local en aerosol	Multicare	Schering-Plough	88 ml	91	20	18
Ve	Aromatizante	Wizard	Reckitt & Coleman	375 ml	56	0	0
Ve	Fijador para el cabello en aerosol	Aqua Net	Pond's de México SA de CV	289 gr	111	-	1
Ve	Desodorante en aerosol	AXE	Pond's de México SA de CV	113 gr	32	0	0
Ve	Fijador para el cabello en aerosol	Aqua Net	-	70 gr	53	5	3
Ve	Fijador para el cabello en aerosol	Citré Shine	Admis Internacional SA	284 gr	110	0	0
Ve	Neutralizador de olores de ambiente	Glade Neutralizer	Johnson & Son Inc.	255 gr	89	0	0
<i>Suma</i>					<b>1120</b>		<b>25</b>

Vo	Frasco gotero	-	-	50 ml	72	100	48
Vo	Encendedor	-	-	-	13	25	5
Vo	Cartucho de tinta para impresora		Epson	-	16	0	16
Vo	Cartucho de tinta	-	Hewlett Packard	-	20	0	0
Vo	Encendedor	-	-	-	11	10	3
Vo	Encendedor	-	-	-	14	80	6
Vo	Limpiador para zapatos de gamuza	Nugget	Reckitt & Colman	60 ml	28	30	18
<i>Suma</i>					<b>174</b>		<b>96</b>

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo... (Cont.)

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
Vm	Solución oftálmica	IMOT	Sophia	15 ml	7	0	0
Vm	Medicamento en gotas	Bronco-air	Bio-rox	10 ml	11	50	5
Vm	Medicamento	Brogal	R	120 ml	19	0	0
Vm	Jeringa	-	-	5 ml	6	-	6
Vm	Sustancia para remover callos	Pretty Feet	Chemway Corp.	0.5 fl oz.	12	25	2
Vm	Perlas de complemento alimenticio	Gelcaps	Gelcaps Exportadora de México SA de CV	100 caps.	41	90	23
Vm	Jeringa de insulina (2)	-	-	5 unid.	2	-	2
Vm	Jeringa hipodérmica	Plastipak	Becton Dickinson de México	3 ml	4	0	0
Vm	Medicamento	Buscaprina	-	1 grajea	1	100	1
Vm	Medicamento	Sucrato	Mr. Armstrong Laboratorios de México	8 caps.	13	100	13
Vm	Medicamento	Calcio	Laboratorios Zerboni SA	12 comp.	24	0	0
Vm	Aplicador	Glaxo Wellcome	-	-	12	-	12
Vm	Aguja de insulina	B-D	-	1 ml	1	-	1
Vm	Limpia lentes	Devlyn Sterilens	Productos Opticos y Soluciones SA de CV	15 ml	13	10	2
Vm	Frasco c/lente de contacto y solución	Suave Devlyn, lente de contacto	DESA SA de CV	-	11	25	3
Vm	Medicamento (solución nasal)	Alin	Productos farmacéuticos SA de CV	20 ml	25	50	10
Vm	Medicamento	Amoxil	Smithkline Beecham	500 mg	1	1 tab.	1
Vm	Jeringa hipodérmica	-	-	-	4	-	4
Vm	Algodón de curación	-	-	-	13	-	13
Vm	Complemento de calcio	Caltrate 600	Wyeth SA DE CV	60 tab.	128	100	104
Vm	Medicamento	Nizoral	-	5 óvulos	23	100	23
Vm	Aguja de insulina (2)	B-D	-	1 ml	3	-	3
Vm	Jeringa hipodérmica (3)	Plastipak	B-D	3 ml	12	-	12
Vm	Medicamento en solución inyectable (4)	Penpropicilina	Farmacéuticos Lakeside	800 000 Ud.	92	0	0
Vm	Lubricante ocular estéril	Eye Mo Uso Diario	SmithKline Beechan Costa Rica SA	15 ml	18	85	13
Vm	Medicamento	Aspirina	Bayer	10 tablet.	10	70	9

Tabla D-1. Inventario de productos peligrosos encontrados en el muestreo... (Cont.)

Cat	Descripción	Nombre	Fabricante	Vol. de Envase	Peso bruto	% lleno	Peso neto
Vm	Medicamento para pie de atleta	Tinaderm	Schering-Plough	30 gr	12	15	5
Vm	Aguja de insulina	B-D	-	1 ml	1	-	1
Vm	Alcohol etílico desnaturalizado	Capullo	Nitla SA de CV	220 ml	57	15	33
Vm	Jeringa hipodérmica (2)	Plastipak	B-D	3 ml	8	-	8
Vm	Pintura árnica	-	Farmacia Paris SA	100 ml	16	0	0
<i>Suma</i>					<b>600</b>		<b>309</b>

**Suma total                      7735                      3143**

**Bibliografía**

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. y Zepeda, F.- **Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe.**- BID-OPS-OMS.-2ª edición.- Washington, 1998
- Adams, A. y Amos, K.- **Baterías y Pilas.**- *Manual McGraw-Hill de Reciclaje.*- Herbert F. Lund, Editor.- McGraw-Hill.- 1ª edición en español.- Madrid, 1996
- AMCRESPAC.- **Tratamiento de los Residuos Peligrosos en la República de Alemania.**- *Notas.*- Tomo 1, Vol. 12, Julio-Agosto-Septiembre 1995
- Andersen, K.- **Hazwaste Swap Shop Reduces Disposal Costs.**- *Revista World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Octubre 1992
- Cascadia Consulting Group.- **Household Hazardous Waste: Composition and User Profile Study. Final Report.**- Washington, USA, 1996
- CESPEDES, CICM, AMCRESPAC.- **Residuos Peligrosos en México. Normatividad e Infraestructura.**- México, Septiembre, 1999
- Cole, L.- **A brush with Success: Recycling Paint in King County.**- *Revista World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Mayo 1998
- Dann, C.- **HHW Management Programs Sweep Across The U.S.**- *Revista World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Octubre 1995, p. 8.
- Darcey, S.- **EPA Clarifies Regs for State-Run HHW Collection.**- *Revista World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Noviembre 1992
- Delumyea, D.- **Practical and Legal Problems Relating to the Proper Disposal of Hazardous Household Chemicals/Waste.**- *Municipal Solid Waste: Problems and Solutions.*- CRC Press.- USA, 1997
- Dorian, G.- **Household Hazardous Wastes.**- *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal.*- Harry M. Freeman, Editor.- McGraw-Hill.- USA, 1988
- Ducket, J.- **Health and Safety: Health Aspects.**- *The Solid Waste Handbook. A Practical Guide.*- William Robinson, Editor.- Wiley Interscience.- USA, 1986
- East Penn Manufactory Co., Inc.- **A Recycling Success Story.**- Folleto Informativo

- Fernández, G.- **Apuntes de la Clase de Residuos Peligrosos.**- DEPFI-UNAM.- México, 1999
- Glaub, J.- **Residuos Peligrosos Domésticos.**- *Manual McGraw-Hill de Reciclaje.*- Herbert F. Lund, Editor.- McGraw-Hill.- 1ª edición en español.- Madrid, 1996
- Goddard, C. y Trotter, A.- **Hazardous Wastes Faces the Rural Round-up.**- Revista *World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Abril 1998
- Gutiérrez, C.- **Apuntes de la Clase de Recolección y Almacenamiento de Residuos Sólidos Municipales.**- DEPFI-UNAM.- México, 1998a
- Gutiérrez, C.- **Apuntes de la Clase de Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos Municipales.**- DEPFI-UNAM.- México, 1998b
- Higuera, C.- **Focos, pilas y envases, desechos domésticos de alta peligrosidad.**- México, 1998
- INBA Instituto Nacional de Bellas Artes.- **Anuario de Arquitectura Mexicana 1977.**- México, 1978
- INE, SEMARNAP y AMCRESPAC.- **Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos en Áreas Urbanas.**- México, 1996
- Jakobsen, B.- **Gestión integrada de Residuos Urbanos e Industriales en Dinamarca.**- Revista *Residuos.*- Año V, No. 27.- España, 1996
- Kerrel E. y Heaven S.- **Operational and Legal Aspects of Collection Schemes for Household Hazardous Waste.**- Revista *Proceedings of the Institute of Civil Engineering. Municipal Engineering.*- UK, Septiembre, 1994
- Klee, A. y Carruth, D.- **Sample Weights in Solid Waste Composition Studies.**- Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Sanitary Engineering Division.- Agosto, 1970.
- Kulik, A.- **Germany Faces Fluorescent Lamp Disposal Problem.**- Revista *World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Enero, 1993, p. 10,12
- LaGrega, M., Buckingham, P. y Evans, J.- **Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos.**- Mc Graw Hill.- USA, 1996.
- López, X. y Ansola, J.- **Recogida de Residuos Tóxicos del Hogar.**- Revista *Residuos.*- Año V, No. 27.- España, 1996
- Lyman, F.- **Wealthier, Wiser – but Healthier?.**- MSNBC Home. Sección *Health* 28 de octubre.- USA, 1999

- Manahan, S.- **Fundamentals of Environmental Chemistry.**- Lewis Publishers.- USA, 1993
- Meza, L., Fernández, G. Y Balboa, R.- **Estudio de la Problemática del Manejo de los Aceites Usados Generados por Diferentes Medios de Transporte en México.**- CENAPRED. Área de Riesgos Químicos.- México, Julio, 1995
- MPCA.- **HHW Background Information.**- Minnesota, 1998
- MPCA.- **Minnesota Solid Waste Composition Study, 1990-1991. Part I.**- Minnesota, 1992
- MPCA.- **Minnesota Solid Waste Composition Study, 1991-1992. Part II.**- Minnesota, 1993
- Mugica, V. y Figueroa, J.- **Contaminación Ambiental. Causas y Control.**- Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco.- México, 1996
- Paddock, T.- **The Cost and Benefits of Household Hazardous Waste Collection Programs.**- *The Academy of Natural Sciences.*- USA, 1989
- Peavy, H., Rowe, D. y Tchobanoglous, G.- **Environmental Engineering.**- McGraw-Hill International Editions.- USA, 1985
- Periódico *La Jornada.*- Sección Eureka! 9 de Marzo.- **Peligros Caseros.**- México, 1998
- Phifer, R. y McTigue, W.- **Handbook of Hazardous Waste Management for Small Quantity Generators.**- Lewis Publishers, Inc.- USA, 1988
- Revista *Residuos.*- **Experiencia Piloto de Recogida Selectiva de Residuos Tóxicos y Peligrosos Contenidos en los RSU (Tóxicos del Hogar).**- Año VI, N° 34.- España, 1997
- Revista *The Management of World Wastes.*- **Household Hazwaste Defined by EPA.**- USA, Marzo, 1987, p. 16
- Revista *The Management of World Wastes.*- **Public and Private Sectors Manage Household Hazwaste.**- USA, Abril, 1988
- Revista *Worldwide Waste Management.*- **Battery Recycling.**- Sección Field Notes.- USA, Julio, 1999, p. 34
- Rosenzweig, R.- **What's So Special About Special Wastes?.**- Revista *World Wastes: The Independent Voice.*- USA, 1996
- Savage, G. y otros.- **Council Studies Contents of Municipal Solid Wastes.**- Revista *The Management of World Wastes.*- USA, Diciembre, 1986.- p. 22

- Shanoff, B.- **Localities Liable for Household Hazardous Waste.**- *Revista World Wastes: The Independent Voice.* Sección Trends.- USA, Octubre 1992
- Soria, L.- **Metodología para la Prevención de Accidentes y Daños a la Salud y al Ambiente Ocasionados por Mercurio o sus Compuestos.**- CENAPRED. Área de Riesgos Químicos.- Septiembre, 1996
- Steinwachs, M.- **Household Batteries as Household Hazardous Waste.**- *Proceedings of the First United States Conference on Municipal Solid Waste Management.*- USEPA.- USA, 1990
- Sulzberg, J. y Richard W.- **Household Hazardous Material: The Evolution of State Initiatives.**- *Municipal Solid Waste: Problems and Solutions.*- CRC Press.- USA, 1997
- USEPA.- **A Manual for One-Day Community Collection Programs.**- Office of Solid Waste and Emergency Response.- USA, 1993
- USEPA.- **Background Document for the CESQG Rule.**- USA, 1995a
- USEPA.- **Carcinogenic Effects of Benzene: An Update.**- Office of Research and Development.- USA, Abril, 1998
- USEPA.- **Characterization of Products Containing Lead and Cadmium in Municipal Solid Waste in the U.S.: Executive Summary.**- Office of Solid Waste.- USA, 1989
- USEPA.- **Characterization of Products Containing Mercury in Municipal Solid Waste in the United States 1970 to 2000; Executive Summary.**- Office of Solid Waste.- USA, 1990
- USEPA.- **Conducting Remedial Investigations/Feasibility Studies for CERCLA Municipal Landfill Sites.**- Office of Emergency and Remedial Response.- USA, 1991
- USEPA.- **Household Hazardous Waste Characterization Study for Palm Beach County, Florida. A MITE Program Evaluation.**- Office of Research and Development.- Florida, USA, 1995b
- USEPA.- **National Biennial RCRA Hazardous Waste Report.**- Office of Solid Waste.- USA, 1995c
- Vázquez, A. y Sánchez, J.- **Propuesta para el Control de Residuos Peligrosos Generados en Mínimas Cantidades por Fuentes no-Industriales.**- *Notas AMCRESPAC.*- Tomo 1, Vol. 5.- México, 1994

Voell, C.- **Should You Implement a HHW Program?**-Revista *World Wastes: The Independent Voice*. Sección Trends.- USA, Septiembre 1996, p. 14

### Leyes y Normas Mexicanas

**Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**.- Diario Oficial de la Federación del 28 de Enero de 1988.

NMX-AA-15-1985 **Método de cuarteo**

NMX-AA-22-1985 **Selección y cuantificación de subproductos**

NMX-AA-61-1985 **Deteminación de la generación de residuos sólidos**

NOM-0052-ECOL-1993 **Características de los residuos peligrosos, el listados de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente**

NOM-084-ECOL-1994 **Requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias**

### Direcciones Consultadas en Internet

AIHA.- **¿Es la calidad del aire un problema en mi casa?**.- Fairfax, Virginia, USA, 1998  
<http://www.aiha.org/pr/iaq2.html>

Association of New Jersey HHW Coordinators.- **Morris County Municipal Utilities Authority**.- New Jersey.- USA, 1998  
<http://www.njhazwaste.com/morhemo.htm>

Bayer Corporation. Agricultural Division.- **MSDS**.- USA, 2000  
[http://uscrop.bayer.com/label\\_main.html](http://uscrop.bayer.com/label_main.html)

Berriman Products.- **Material Safety Data Sheet**.- USA, 1993  
<http://www.berrimanproducts.com>

Carillo, C.- Boletín *Salvia* 15 de Agosto.- **Envenenamiento en Niños, Lesiones por Negligencia**.- Centro de Investigación en Sistemas de Salud / INSP.- México, 1997  
<http://www.insp.mx/salvia/9715/sal97152.html>

CCHW Center for Health, Environment and Justice.- **A History of the Love Canal**.- 1999  
<http://www.essential.org/cchw/lovcanal/lcsum.html>

CFR.- **Standards for Universal Waste Management. 40CFR part 273**.-Protection of the Environment.- USA, 1996  
<http://access.gpo.gov/nara/cfr/cfr-table-search.html>

- City of Palo Alto.- **HHW Management.**- City Services. Environmental Services.- California, USA, 1998  
<http://www.city.palo-alto.ca.us/palo/city/environmental>
- City of Toronto.- **Household Hazardous Waste.**- Services.- Toronto, Canadá, 1998  
<http://www.city.toronto.on.ca/hhw/index.htm>
- Environmental Management and Training.- **Disposal of Fluorescent Lamps Containing Mercury.**- Julio 1, Vol 3 No. 14.- USA, 1999  
<http://www.proactenv.com/July1.html>
- EXTOXNET Pesticide Information Notebook  
<http://www.ace.orst.edu/cgi-bin/mfs/01/tibs/glossary.htm>
- FishBase. A global Information on fishes.- USA, 1999  
[www.fishbase.org/manual/fishbase.bioaccumulation.html](http://www.fishbase.org/manual/fishbase.bioaccumulation.html)
- INEGI.- **XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Resultados Preliminares.**- México, 2000  
<http://www.inegi.gob.mx>
- Lancaster County Solid Waste Management Authority.- **Household Hazardous Waste.**- Pennsylvania, USA.  
<http://www.lcswma.org/>
- Local Hazardous Waste Management Program in King County .- **Household Hazardous Waste.**- Washington, USA  
<http://www.metrok.gov/hazwaste/house/index.htm>
- Martínez, O.- **Mi Pediatra. ¿Cuáles son las sustancias que con mayor frecuencia lo pueden intoxicar?.**- México, 1995  
<http://www.mipediatra.com.mx/intoxi.htm>
- Nodo50.- **Residuos Peligrosos.**- AEDENAT.- 1997  
<http://www.nodo50.org/aedenat/residuos/rsu-3r.htm>
- Pollution Prevention Assistance Division.- **Final Report of the Hazardous Waste Work Group.**- Georgia Department of Natural Resources.- USA, Sept. 1995  
<http://www.dnr.state.ga.us/dnr/p2ad/pblcations/hhw.html>
- Revista *Ambiente Ecológico.*- **CFCs: Destrucción del Ozono.**- Julio, 1998  
<http://www.ambiente-ecologico.com/revist48/plane48a.htm>
- Revista *Ambiente Ecológico.*- **Reciclado de Pilas en España.**- Marzo, 1997  
<http://www.ambiente-ecologico.com/revist32/carta32.htm>
- SIRI Database.- **International Chemical Safety Cards.**- IPCS-CEC, 1993  
<http://siri.org/msds/mf/cards/list.html>

South Central Iowa Solid Waste Agency.- **Household Hazardous Waste.**- USA  
<http://www.sciswa.org/hhw.html>

Tacoma-Pierce County Health Department.- **Household Hazardous Waste.**- Washington, USA, 1999  
<http://www.healthdept.co.pierce.wa.us/water/haz/index.html>

TED Case Studies - **Bhopal Disaster.**- 1998  
<http://gurukul.ucc.american.edu/TED/BHOPAL.HTM>

The Butcher Company.- **MSDS.**- USA, 1999  
<http://www.butchers.com>

University of Missouri.- **Household Hazardous Products.** WM6003.- Household Hazardous Waste Project.- USA, Octubre, 1993a  
<http://outreach.missouri.edu/xplor/wasteman/wm6003.htm>

University of Missouri.- **Safe Use, Storage and Disposal of Paint.** WM6001.- Household Hazardous Waste Project.- USA, Octubre, 1993b  
<http://outreach.missouri.edu/xplor/wasteman/wm6001.htm>

University of Missouri.- **Store Hazardous Products Safely.** WM6005.- Household Hazardous Waste Project.- USA, Octubre, 1993c  
<http://outreach.missouri.edu/xplor/wasteman/wm6005.htm>

University of Missouri, USEPA Region VII y Purdue University.- **Virtual House.**- University Outreach & Extension.- USA, 1996  
<http://outreach.missouri.edu/owm/hhwp.htm>

USCPSC.- **National Poison Prevention Week.**- Office of Information and Public Affairs.- Marzo, 2000  
<http://www.cpsc.gov>

Vermont SIRI.- **Material Safety Data Sheet.**- USA, 2000  
<http://www.hazard.com>