

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

PLAN PARA EL MANEJO DE RESIDUOS
SOLIDOS PELIGROSOS EN UNA
FABRICA DE PINTURAS

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE
EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A:

ARMANDO LOPEZ RIOS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO

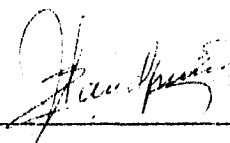
Presidente: Prof. LANDGRAVE ROMERO JULIO RICARDO
Vocal: Prof. ORTIZ RAMIREZ JOSE ANTONIO
Secretario: Prof. TORRES BARRERA RODOLFO
1er suplente: Prof. SALDIVAR OSORIO LILIANA VIRGINIA RAQUEL
2do. suplente: Prof. RAMIREZ BURGOS LANDY IRENE

Sitio donde se desarrollo el tema

Facultad de Química

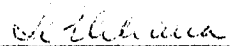
U.N.A.M.

Asesor:



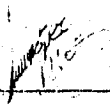
Dr. Julio Ricardo Landgrave Romero

Supervisor
Técnico.



Dra. Liliana Virginia Raquel Saldivar Osorio

Sustentante:



Armando López Ríos

A LA MEMORIA DE MI PADRE

ARMANDO LOPEZ CORNEJO

(6 de Febrero de 1924 - 17 de Junio de 1993)

A LA MEMORIA DE MI HERMANO

ALEJANDRO MAXIMO LOPEZ RIOS

A MI MAMA: OFELIA REYNA RIOS VDA. DE LOPEZ

Para que no se sienta tan sola.

A mis hermanos:

Cecilia
Alberto
Georgina Florencia
Elsa María
Ofelia
Marina

A mis sobrinos:

berenice
ingrid
ulises
ares
armando
cedrel
carolina
hegel
karina
rodrigo
icken
elsy
vincent
heraldo
miche
cibeles

A mis amigos:

los que fueron y son.

A la Universidad Nacional

- Muchos años después,
frente al pelotón de fusilamiento;
el coronel Aureliano Buendía habría de recordar aquella tarde remota
en que su padre lo llevó a conocer el hielo.

cien años de soledad.

- Somos nuestra sombra y nuestros sueños

Horacio

- El corazón tiene razones
que la razón no conoce.

Pascal

- El hombre es un dios caído que recuerda los cielos

Lamartine

- he quemado mis naves en la tumba
que yo amo

Rolando Rosas

- ¡Yo he vencido al mundo!

San Juan 16:33

- Seréis como dioses,
conocedores de todo, del bien y del mal

la serpiente a Adán y Eva
Génesis 3:5

- *Delenda est Cartago*
(Cartago debe ser destruída)

Catón

- No soy solo yo,
es mi Padre, de el su padre y sus mayores.

Juán Rufo

- No nos rendiremos
¡Jamás!

Winston Churchill

- Life is very short,
and there's not time
for fussing and fighting my friend

John Lennon. The Beatles

- Dios no juega a los dados con el Universo
Einstein

- La noche está cerca y es bueno rendirse a la noche
la Iliada

- mi cuerpo será camino
le daré verde a los pinos y amarillo a las gacizas

Serral

- nosotros,
los de entonces,
ya no somos los mismos

Neruda

- La fe es el acto irracional de la conciencia

ALR

- que toda la vida es sueño
y los sueños sueños son

Calderón de la Barca

- ¡Dios lo quiere!

Pedro el ermitaño, predicando las Cruzadas

- Recuerda César:
toda gloria es efímera,
todo hombre es mortal

Frase romana repetida al general victorioso en su procesión triunfal

- la sangre de tu hermano
está clamando a mí desde la tierra

Génesis 4:10

Y antes suplico
a cada uno de los que duermen bajo su lápida
que sean buenos con él,
que le hagan compañía.
Porque ahora que conozco el sabor de la soledad
no quiero que lo pruebe...

Y con mi letra, fui escribiendo su nombre.
Su nombre en los ladrillos del jardín.
Su nombre en las paredes del corredor.
Su nombre en las páginas de mis cuadernos.
Porque él está lejos.
Y yo quisiera pedirle perdón.

balún canán

INDICE

CAPITULO	TEMA	PAG
	OBJETIVOS	1
i.	INTRODUCCION	2
	1. Importancia de los Residuos Peligrosos	2
	2. Antecedentes Históricos	6
II.	NORMATIVIDAD	9
	1. Marco Jurídico Mexicano	9
	2. Marco Jurídico de Estados Unidos	22
	3. Convenio Bilateral México-Estados Unidos	33
	4. Marco Jurídico Canadiense	36
	5. Comisión para la Cooperación Ambiental	39
	6. Comparaciones	42
III.	GENERALIDADES	47
	1. Proceso de Fabricación de Pinturas	47
	2. Procesos Particulares en la Fabricación de Pinturas	60
	3. Residuos Sólidos Peligrosos en la Fabricación de Pinturas	65
IV.	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS EN UNA FABRICA DE PINTURAS	81
	1. Técnicas de Minimización y Reuso de Residuos Peligrosos	81
	2. Control Administrativo	90
	3. Disposición Final	94
	4. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	102
	5. Evaluación de las Medidas de Minimización y Control de Residuos Peligrosos	104
	6. Programa de Aplicación	153

Indice

CAPITULO	TEMA	PAG
V.	CONCLUSIONES	158
VI.	BIBLIOGRAFIA	161

OBJETIVOS

- Comparar la Normatividad Nacional en materia de Residuos Sólidos Peligrosos con las correspondientes de Estados Unidos y Canadá.
- Elaborar un Plan para el manejo de los Residuos Sólidos Peligrosos para una Fábrica de Pinturas.

I. INTRODUCCION

1. Importancia de los Residuos Peligrosos

Actualmente, la enorme generación de residuos peligrosos en el mundo representa un gran problema global. En 1990, las 24 naciones industrializadas que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCED) manejaron un estimado de 9,000 millones de toneladas métricas anuales de residuos de todos tipos. Esto incluyó cerca de 1,500 millones de residuos industriales, de los cuales alrededor de 340 millones de toneladas fueron de los clasificados como peligrosos. De las 9,000 toneladas, 420 millones son residuos municipales y las restantes 7,000 millones de toneladas incluyeron residuos derivados de la producción de energía, de la agricultura, la minería, demoliciones, del dragado y de los sistemas de drenaje (OCED 1991).¹ De acuerdo a otra fuente de información², en el mundo se calcula una generación anual alrededor de 400 millones de toneladas de residuos peligrosos. Esta cifra es similar a la de la OCED y probablemente incluye otros residuos no considerados por dicha organización.

Una parte importante de los residuos la generan las industrias que contribuyen en forma significativa a la economía de las sociedades industriales, tales como las industrias metalúrgicas del hierro y el acero o de metales no ferrosos y la industria química, aunado a otras fuentes como las actividades agrícolas, las extractivas y las de servicios. La peligrosidad de los residuos depende de su composición, ya que en la mayor parte de los casos se trata de mezclas complejas que contienen diversos tipos de sustancias. La industria de las pinturas se caracteriza por generar grandes cantidades de residuos peligrosos; en México se estima una generación solamente en esta rama de cerca de 6,000 toneladas anuales de residuos peligrosos.

La importancia de los residuos peligrosos radica en el impacto que puede tener para la salud humana y el ambiente. La disposición inadecuada de los residuos ha hecho patente que es más económico prevenir que remediar. Como los casos de Japón, donde se presentaron graves daños a la salud e inclusive pérdidas de vidas. La Tabla 1 muestra la reacciones como efecto de algunos contaminantes descargados en Japón en la década de los 50's.

Tabla 1

Año	Lugar	Causa	Residuo	Consecuencia
1953	Japón	Descarga de Hg en la Bahía de Minamata	Metil mercurio	En 83 adultos y 40 recién nacidos de la población que ingirió pescado contaminado se desarrolló una contaminación crónica
1960	Japón	Descargas de Cd, Pb y Zn en un río	Cd	La población que utilizaba el agua para beber e irrigar desarrolló intoxicación crónica por cadmio (Itai-Itai)

Por otra parte, fueron cuantiosos los impactos económicos que ocasionaron la evacuación e indemnización de comunidades asentadas en las que operaron confinamientos no controlados de residuos industriales peligrosos, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Periodo de operación	Sitio	Residuos	Año del estudio	Hallazgos en la población expuesta
1920-1953	Love Canal NY E.U.	Compuestos orgánicos	1978	Bajo peso al nacer y menor desarrollo físico
1940-1977	New Bedford, Mass. E.U.	Bifenilos policlorados	1983	Niveles sanguíneos con BPC
1947-1971	Triana Alabama E.U.	Plaguicidas	1983	Hipertensión arterial
1964-1972	Hardeman C., Tenn, E.U.	Tetracloruro de carbono Hexacloro Pentadieno Hexacloro Heptadieno	1978	Lesiones hepáticas transitorias
1970-1978	Lekkerkerk, Holanda	Solventes orgánicos, metales	1980	Niveles sanguíneos con hidrocarburos aromáticos.

Estos sucesos, al difundirse contribuyeron a desarrollar una actitud negativa por parte de las comunidades hacia la instalación y operación de este tipo de confinamientos y de los funcionarios a no autorizarlos.

Estas actitudes sin embargo pueden ocasionar un efecto contrario al buscado, en la medida en que se impide establecer la infraestructura necesaria para un manejo seguro de los residuos peligrosos, se generan riesgos y falta de seguridad al incentivar la disposición inadecuada de residuos.

Adicionalmente, la reducción del residuo en la fuente y el reciclaje deben ser considerados como opciones favorables para la reducción de la cantidad y toxicidad del residuo que deba ser incinerado o enviado a confinamiento.

El control efectivo de la generación, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, reuso, transporte, recuperación, incineración y disposición final de los residuos peligrosos es de suma importancia para la salud de las personas, la protección del ambiente y el desarrollo sustentable de las naciones.

Ello requerirá cada vez más de la cooperación activa y la participación de todos los involucrados: comunidad, gobierno e industria, incluyendo tanto a las grandes corporaciones transnacionales como a la industria doméstica.

La prevención de la generación de residuos peligrosos y la rehabilitación de sitios contaminados son los elementos clave, y ello requiere conocimientos, gente capacitada, infraestructura, recursos financieros y capacidad técnica y científica.³

- El objetivo central debe ser prevenir y minimizar la generación de residuos peligrosos tanto como sea necesario para que el manejo de estos residuos no cause daños a la salud de la población y al ambiente .
- Adicionalmente se debe reducir la generación de residuos peligrosos, en todo lo posible, como parte de un método de producción limpia.
- Optimizar el uso de materiales a utilizar.
- Aumentar y fortalecer los conocimientos y la información acerca de la prevención y el manejo de residuos peligrosos.

Para alcanzar estos objetivos y reducir el impacto y el costo del desarrollo industrial, las naciones que cuentan con los recursos para los requerimientos tecnológicos sin detrimento de su desarrollo, deben establecer políticas y normas que incluyan:

- Integración de métodos de producción más eficientes que generen menor contaminación, es decir, que minimicen la generación de residuos peligrosos en todos los proyectos y que a su vez regulen los límites máximos permisibles de descarga establecidos por la normatividad para su cumplimiento.
- Promoción de un sistema regulador de manejo de residuos y mecanismos de operación.
- Establecer un periodo de transición para poder cumplir con las metas referidas en el primer punto, que bien podrían ser 5 años.
- Establecer programas de largo plazo y políticas que incluyan objetivos donde basarse para reducir la cantidad de residuo peligroso por unidad de producto.

La selección de un manejo adecuado de los residuos puede jerarquizarse, en orden descendente de preferencia; de la siguiente manera:

- Reducción del residuo
- Reciclamiento
- Incineración
- Confinamiento

2. Antecedentes Históricos

En 1970 la Organización de Naciones Unidas solicitó a los países del mundo llevar a cabo acciones para combatir la contaminación ambiental. En México, se creó en ese año la Subsecretaría de Mejoramiento del Medio Ambiente dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En 1971 se emitió la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

En 1971 se emitió el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica Producida por Humos y Polvos. En 1972 fue publicado el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación en Aguas, el cual se encuentra vigente hasta nuestros días. En 1976 se dio a conocer el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación provocada por el Ruido.⁴

Es hasta 1977, cuando se creó el Departamento encargado para atender la prevención y control de la contaminación de suelos provocada por residuos municipales e industriales⁵, que se valoriza el problema que representa el control de los residuos sólidos y peligrosos, sin embargo se carecía aun de un marco normativo y un sistema administrativo de gestión ambiental.

En 1978 se creó la Comisión Intersectorial de Saneamiento Ambiental que de esa fecha y hasta 1982 llevó a cabo la coordinación de diversas dependencias involucradas en la gestión ambiental.

En 1982 tuvieron lugar avances importantes en materia de ecología y protección ambiental; primero a principios de ese año entró en vigor la Ley Federal de Protección al Ambiente y en segundo lugar, el 1° de diciembre el Poder Ejecutivo decidió la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Entre las razones argumentadas para su formación estaban el contar con una dependencia con facultades en materia de protección ecológica y mejoramiento del ambiente además de que se le otorgaban facultades para preservar los recursos forestales, recursos de flora y fauna silvestres y para contrarrestar los efectos nocivos de la concentración industrial.

En 1984 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología organizó la Primera Reunión Nacional de Ecología. En ese mismo año entró en vigor el Programa Nacional de Ecología 1984-1988.

En 1985 se creó la Comisión Nacional de Ecología, la cual estableció acciones para hacer frente a los principales desequilibrios ecológicos en el país.

En 1986 dentro del Anexo III del Convenio Bilateral México-Estados Unidos, se establecieron los compromisos para el control de materiales y residuos peligrosos entre ambos países.

En 1987, mediante Decreto Presidencial del 19 de enero, se estableció el control de movimientos fronterizos de materiales y residuos peligrosos.

El 28 de enero de 1988 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Esta Ley se encuentra actualmente en vigor y es el marco normativo dentro del cual se desenvuelven la política y la gestión ambiental. La Ley dio lugar a la emisión de Reglamentos y de ambos se han ido desprendiendo las Normas Oficiales.

El 7 de junio de 1988 se publicó en Diario Oficial el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

El 25 de noviembre de 1988 se publicaron en el Diario Oficial el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera y el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación originada por Vehículos Automotores que circulan por el Distrito Federal y los Municipios de su Zona Conurbada, de este último se desprenden los Programas de Verificación Vehicular y el Programa "Hoy No Circula".

Es importante por otra parte señalar la elaboración de las Normas que han regulado el manejo y control de residuos peligrosos.

En 1988 se publicaron siete Normas Técnicas Ecológicas sobre residuos peligrosos las cuales fueron abrogadas en 1993 por las Normas Oficiales Mexicanas con contenidos similares. Finalmente por cuestiones de formato, estas normas cambiaron de numeración siendo sustituidas por las Normas Oficiales Mexicanas que entraron en vigencia el 29 de noviembre de 1994.

En 1992 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología cambió de nombre al de Secretaría de Desarrollo Social.

En 1995 se creó la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca asumiendo las funciones del área de ecología de la Secretaría de Desarrollo Social e integrándose a la Secretaría de Pesca.

En la sección I de la resolución 44/226 del 22 de diciembre de 1989, la Asamblea General de la Naciones Unidas, solicitó a cada comisión regional, dentro de sus posibilidades, contribuir a la prevención del tráfico ilegal de productos y residuos peligrosos,

Como parte del control externo, se han establecido convenios binacionales y multinacionales diversos para regular el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, entre los que destaca el Convenio de Basilea y que alrededor de 90 países han determinado prohibir la importación de este tipo de residuos.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992, se tomó la decisión de incluir en la Agenda 21 el capítulo sobre el manejo idóneo de los residuos peligrosos. En sus conclusiones se trazaron los siguientes objetivos:

- a. Promover la prevención y reducción al mínimo de la generación de residuos peligrosos a través de métodos limpios de producción; evitar el uso de sustancias peligrosas cuando puedan ser sustituidos; recuperar materiales, reciclarlos, reusarlos de modo directo o mediante usos alternativos.
- b. Mejorar el conocimiento y la información sobre los aspectos económicos de la prevención y administración de los residuos peligrosos.
- c. Aumentar el conocimiento acerca de los impactos de los residuos peligrosos en la salud y el ambiente.
- d. Promover y fortalecer las capacidades institucionales para prevenir, minimizar y administrar los riesgos asociados con los residuos peligrosos.
- e. Promover y fortalecer la cooperación internacional en el manejo de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, incluyendo el control y monitoreo, congruente con los instrumentos regionales e internacionales.

II. NORMATIVIDAD

1. Marco Jurídico Mexicano

La base del sistema jurídico mexicano se encuentra en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De esta base derivan normas jurídicas específicas, siguiendo un orden jerarquizado.²

Para el caso del marco jurídico sobre residuos peligrosos, de la Constitución se derivan las Leyes reglamentarias, de éstas los Reglamentos y finalmente las Normas Oficiales Mexicanas.

Las Leyes están colocadas en un primer nivel jerárquico, son normas generales permanentes que derivan de la Constitución. Las Leyes reglamentarias de la Constitución pueden ser de dos tipos

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

En segundo nivel se encuentran los Reglamentos que comprenden las disposiciones legislativas expedidas por el Ejecutivo para la instrumentación de las disposiciones legales. El Reglamento por lo general deriva de una Ley a la cual complementa y amplía en sus principios. Existen también Reglamentos que no necesariamente tienen una referencia legal directa. Los Reglamentos pueden ser entonces de dos tipos:

- a. Expedidos por el Ejecutivo (en ellos se especifican los principios de las Leyes reglamentarias)
- b. Reglamentos autónomos.

En tercer nivel de jerarquía se encuentran las normas, que en esencia son resoluciones de control ejercidas específicamente en el ámbito administrativo. Las Normas Oficiales Mexicanas de carácter obligatorio requieren una fundamentación científico técnica y/o de protección al consumidor.

1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La base de la legislación mexicana en cuestiones ambientales está en los artículos 4, 25, 27 y 73 de su Constitución. Esta jurisdicción está agrupada en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de donde se han establecido las reglamentaciones y las normas aplicables

a la protección ambiental. Esta Ley entró en vigor el 1° de marzo de 1988 y abrogó las reglamentaciones ambientales anteriores.

En el párrafo tercero del artículo 27 Constitucional se hace referencia a la conservación de los recursos naturales.

Art. 27 "... planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de latifundios..."

Esta sección del artículo 27 fue incluida desde 1917 en la versión original de la Constitución ⁴ y representa en su conjunto una disposición avanzada para su tiempo, ya que establecía la normatividad de la tierra no solo en cuestión de propiedad sino también de su uso.

Art. 4 "Toda persona tiene derecho a la protección de la salud"

Artículo 25 "Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente".

Artículo 73 "Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico".

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente consta de 194 artículos divididos en seis Títulos ⁶:

- Primero: Disposiciones generales de la propia Ley
- Segundo: Areas naturales protegidas
- Tercero: Aprovechamiento racional de los elementos naturales
- Cuarto: Protección al Ambiente
- Quinto: Participación Social
- Sexto: Medidas de control y de seguridad y sanciones

Los Títulos a su vez están, en algunos caso, subdivididos en Capítulos en los cuales se definen temas específicos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente regula el manejo de residuos peligrosos desde su generación hasta su disposición final, de conformidad con las normas y demás procedimientos que se establezcan.

De los artículos contenidos en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los correspondientes al tema de Residuos Peligrosos, o aplicable a ellos son los siguientes:

- Artículo 3. Fracción XVII, define como Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Fracción XXVI; define como Residuos Peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

- Artículo 5. Fracción XIX determina que son asuntos de la Federación la regulación de las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos. Es declar, que la gestión de este tipo de residuos corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semamap).

- Artículo 8. Fracción XI; corresponde a la Semamap proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos en coordinación con la Secretaría de Salud.

- Artículo 9. Fracción IX; en el Distrito Federal, corresponde a la Semamap proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos en coordinación con la Secretaría de Salud.

- Artículo 142. Prohíbe la importación de cualquier tipo de residuo para su destrucción o disposición final dentro del país.

- Artículo 143. Establece que los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas quedarán sujetas a la normatividad en la materia. Establece también que será el reglamento de la Ley el que regulará las actividades relacionadas con estos materiales, sus residuos, empaques y envases vacíos.
- Artículo 150. Señala que la Semarnap será la encargada de publicar los listados de materiales y residuos peligrosos.
- Artículo 151. Establece que se requiere autorización previa de la Semarnap para la instalación y operación de sistemas para la recolección, transporte, almacenamiento, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.
- Artículo 152. Establece que los materiales y residuos peligrosos deben manejarse conforme lo señalen las normas y procedimientos que establezca la propia Semarnap.
- Artículo 153. Se establecen disposiciones para la importación y exportación de materiales y residuos peligrosos; no autoriza la importación de residuos peligrosos para su disposición final y establece controles para el tránsito y exportación de materiales y residuos peligrosos.
- Artículo 161. Otorga facultades a los estados y municipios para verificar el cumplimiento de la Ley en el orden federal, previo acuerdo de coordinación con la Semarnap.
- Artículo 162. Otorga facultades a las autoridades para realizar visitas de inspección para verificar el cumplimiento de la Ley.
- Artículos 163 y 164. Establecen los procedimientos para realizar las visitas de inspección.
- Artículo 165. Obliga a los representantes de la instalación visitada a permitir el acceso de las autoridades y a proporcionar la información que conduzca a la verificación del cumplimiento de la Ley y demás disposiciones en la materia.
- Artículo 166. Permite a la autoridad solicitar el auxilio de la fuerza pública para efectuar la visita de inspección cuando sea necesario.

- Artículos 167-169. Establece los procedimientos administrativos y legales para responder a requerimientos de la autoridad, presentar pruebas, corregir irregularidades y mantener comunicación con las autoridades.
- Artículo 170. Cuando exista riesgo de desequilibrio ecológico o graves repercusiones para los ecosistemas o a la salud pública, se podrá ordenar el decomiso de materiales contaminantes o la clausura parcial, temporal o total de las fuentes contaminantes
- Artículo 171. Las sanciones administrativas por violación a la Ley o Reglamentos van de multas de 20 a 20,000 días de salario mínimo vigente en el D.F.; clausura temporal o definitiva, parcial o total; y arresto administrativo hasta por 36 horas. En dado caso podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato sin que el monto de las multas exceda los 20,000 días de salario mínimo. En caso de reincidencia la multa podrá ser del doble del monto original sin exceder el doble de los 20,000 días de salario mínimo, así como la clausura definitiva.
- Artículo 172. Otorga la facultad a la Semarnap para solicitar a la autoridad competente la suspensión o cancelación de los permisos o licencias a fuentes contaminantes.
- Artículo 175. Faculta a la Semarnap para solicitar a las autoridades competentes, con base en estudios, la suspensión o limitación de fuentes que afecten o puedan afectar el ambiente o causar daños ecológicos.
- Artículo 183. Se podrán imponer penas de 3 meses a seis años de prisión y multas de 100 a 10,000 días de salario mínimo vigente a quien sin autorización, realice autorice u ordene actividades riesgosas que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora, la fauna o los ecosistemas. Si las actividades se realizan en un centro de población, se podrá elevar la pena hasta 3 años más de prisión y la multa hasta 20,000 días de salario mínimo.
- Artículo 184. Se podrán imponer penas de 3 meses a 6 años de prisión y multas por el equivalente de 1,000 a 20,000 días de salario mínimo a quien sin autorización o contraviniendo las disposiciones, maneje materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, los ecosistemas o sus elementos.
- Artículo 189. Cualquier persona podrá denunciar ante las autoridades, actos u omisiones que produzcan desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

- Artículo 190. Para la denuncia sólo serán necesarios los datos para localizar la fuente, el nombre y domicilio del denunciante.

- Artículo 193. A los quince días de la denuncia, la Semarnap debe avisar al denunciante acerca del trámite de ésta y a los 30 días hábiles siguientes, el resultado de la verificación de los hechos y medidas impuestas.

1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos ⁷.

- Artículo 2. La aplicación del Reglamento en materia de residuos peligrosos corresponde a la Semarnap.

- Artículo 4. Menciona que corresponde a la Semarnap:

Fracción III: el control de los residuos peligrosos que se generen en las diversas actividades de operación y procesos.

Fracción IV, autorizar la instalación y operación de sistemas para el manejo de residuos peligrosos.

Fracción VI, autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización del manejo de residuos peligrosos.

Fracción IX fomentar y coadyuvar en el establecimiento de plantas de tratamiento y de plantas de reciclaje de residuos peligrosos.

- Artículo 6. Establece que las personas físicas o morales están obligadas a determinar si sus residuos son peligrosos.

- Artículo 7. Las obras o actividades que puedan generar o manejar residuos peligrosos deberán presentar una manifestación de impacto ambiental.

- Artículo 8. Se establece un control administrativo en lo que se incluye un registro de generador de residuos peligrosos, bitácora mensual e informe semestral, así como el manejo que debe darse a los residuos peligrosos; envasarlos en recipientes con condiciones de seguridad,

identificarlos conforme a la normatividad y almacenar los residuos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos. Adicionalmente se deben manejar separadamente los residuos incompatibles.

- Artículo 10. Se requerirá autorización de la Semarnap para instalar y operar sistemas de manejo de residuos peligrosos (recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final).
- Artículo 11. Para las instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, se debe presentar previamente manifestación de impacto ambiental.
- Artículo 12. Las empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos deben contar con capacitación para su personal, acreditación del responsable técnico y un programa de atención a contingencias.
- Artículo 13. El generador puede contratar a empresas para el manejo de sus residuos peligrosos, las cuales deberán contar con la autorización de la Semarnap.
- Artículo 14. El generador deberá envasar los residuos peligrosos en condiciones de seguridad para evitar derrames o fugas; además se deben identificar con el nombre y características del residuo.
- Artículos 15-20. Establece las condiciones y requisitos que debe cubrir el almacén de residuos peligrosos; entre los que se encuentran el estar separado de las áreas de proceso, oficinas o almacenamiento de materias y productos, y de zonas de riesgo de accidentes; contar con muros de contención y fosas de retención con capacidad de al menos la quinta parte del volumen (líquido) almacenado. Debe contar con pasillos amplios, equipos contra incendio, tetrapos atusivos, paredes de materiales no inflamables, ventilación natural o inducida, iluminación a prueba de explosión y pararrayos. No se deben almacenar juntos residuos incompatibles y el almacén debe ser de capacidad suficiente.
- Artículo 21. Especifica la necesidad de llevar una bitácora de control de entrada y salida en el almacenamiento de residuos peligrosos.
- Artículo 23. Especifica un control administrativo para el transporte de los residuos peligrosos a su disposición final, consistente en un manifiesto de residuos mismo que deberán

firmar y conservar el generador, el transportista y el destinatario. El documento deberá ser conservado por el generador durante diez años, el transportista por cinco y el destinatario por diez.

- Artículo 25. El transportista y el destinatario deben presentar un informe semestral a la Semarnap sobre los residuos que hubieran manejado.
- Artículos 26 y 27. Establece los requisitos que debe reunir el transportista de residuos peligrosos lo cual incluye, estar autorizados por la Semarnap y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, seguir los controles administrativos referidos en los artículos 23 y 25
- Artículo 28. Prohíbe el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.
- Artículo 29. Los transportistas de residuos peligrosos deben contar con programas de mantenimiento de sus equipos y contar con equipo de protección personal.
- Artículos 31-33. Determinan los sistemas a utilizar para la disposición final de residuos peligrosos y que son confinamiento controlado, confinamiento de formaciones geológicas estables y receptores de agroquímicos; se definen las características y las condiciones que deberán cubrir este tipo de sistemas.
- Artículo 34. Establece que el generador y la empresa contratada para la disposición final de residuos peligrosos deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual.
- Artículo 42. Cuando se produzcan derrames de residuos peligrosos, el generador y/o la empresa que lo maneja deberá dar aviso a la Semarnap.
- Artículos 43-51. Procedimiento, requisitos, trámites y limitaciones para poder llevar a cabo la importación y exportación de residuos peligrosos.
- Artículo 52. Establece que la importación de residuos solamente se permitirá cuando se vaya a reusar o reciclar.
- Artículo 53. No se autoriza la exportación sin el consentimiento del país receptor; no se autoriza la importación de residuos peligrosos para disposición final en el país.

- Artículo 54. La Semarnap podrá negar la autorización para la importación o exportación de residuos peligrosos por el alto riesgo que pueda representar.
- Artículo 55. Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que se utilice materia prima de importación temporal, deberán ser retornados al país de origen.
- Artículo 57. El que importe residuos peligrosos sin autorización deberá retornarlos al país de origen.
- Artículo 58. Las infracciones administrativas podrán ser multa de 20 a 20,000 días de salario mínimo, clausura temporal o definitiva, parcial o temporal e incluso, arresto administrativo hasta por 36 horas.
- Artículo 59. Revocación de las autorizaciones concedidas.
- Artículo 60. Si no son subsanadas las deficiencias, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas excedan de 20,000 días de salario mínimo. En caso de reincidencia el monto de la multa podrá ser hasta el doble del monto original, sin exceder el doble del máximo permitido. En caso de que se solucione la causa del desequilibrio ecológico, se podrá modificar o revocar la multa.
- Artículo 61. La Semarnap podrá realizar actos de inspección y vigilancia.
- Artículo 63. Cualquier persona puede denunciar hechos u omisiones que produzcan desequilibrios ecológicos.

1.3 Normas Oficiales Mexicanas

a. NOM-052-ECOL/1993

Que establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.

Esta norma permite la identificación de los residuos peligrosos mediante dos procedimientos. El primero consiste en listado, si un material está registrado en alguno de los listados de la norma,

entonces es considerado como peligroso. Si no está en el listado, pero presenta cualquiera de las características definidas en la propia norma será considerado también como residuo peligroso.

b. NOM-053-ECOL/1993

Que establece los procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen peligroso a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Esta norma establece el procedimiento de análisis de laboratorio que permite determinar si un residuo es peligroso.

c. NOM-054-ECOL/1993

Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos peligrosos.

Esta norma establece la relación de incompatibilidad entre diversos residuos peligrosos mediante una matriz.

d. Las siguientes normas, se refieren a los requisitos que deben cumplir los sitios de confinamiento controlados de residuos peligrosos para poder ser construidos y operados.

- NOM-055-ECOL/1993 Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos
- NOM-056-ECOL/1993 Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
- NOM-057-ECOL/1993 Que establece los requisitos de las celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos.
- NOM-058-ECOL/1993 Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos sólidos.

e Finalmente una norma específica para el manejo y disposición de los residuos biológicos infecciosos.

- NOM-087-ECOL-1994 Clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica.

1.4 Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos

En materia de legislación, para el transporte de materiales y residuos peligrosos se cuenta con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, además de varias normas oficiales.⁸

El 7 de abril de 1993, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. De este marco normativo se derivan 30 Normas Oficiales mexicanas que comprenden entre otros aspectos, el listado de sustancias, cartelos, etiquetas, información de emergencia en transportación, construcción y reconstrucción de envases, embalajes y autotranques.

El objetivo primario de este Reglamento, junto con los requerimientos contenidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos de 1988, es el de regular y controlar el transporte de materiales y residuos peligrosos, los cuales deben ser colocados en contenedores, con letreros, normas de responsabilidad, clasificación de niveles de riesgo para el material o residuo transportado y los requerimientos necesarios respecto a la documentación apropiada (que incluye manifiestos de residuos) del traslado del material o residuo peligrosos por medio de vehículo automotor o tren.

Las Normas Oficiales Mexicanas que deben observarse en el transporte de materiales y residuos peligrosos son las siguientes.

- NOM-002-SCT/1994 Listado de sustancias
- NOM-003-SCT/1994 Características de las etiquetas
- NOM-004-SCT/1994 Sistema de identificación.

- NOM-005-SCT/1994 Información de emergencia.
- NOM-006-SCT/1994 Inspección ocular diaria.
- NOM-007-SCT2/1994 Marcado de envases y embalajes
- NOM-008-SCT2/1994 Inspección de equipo ferroviario.
- NOM-009-SCT2/1994 Compatibilidad de Explosivos.
- NOM-010-SCT2/1994 Compatibilidad y Segregación
- NOM-011-SCT2/1994 Cantidades limitadas.
- NOM-018-SCT2/1994 Acondicionamiento en unidades de arrastre ferroviario.
- NOM-019-SCT2/1994 Limpieza y control de remanentes.
- NOM-020-SCT2/1995 Construcción de autotanques.
- NOM-021-SCT2/1994 Transporte de bienes diferentes.
- NOM-023-SCT2/1994 Placas de construcción de unidades
- NOM-024-SCT2/1994 Métodos de prueba
- NOM-025-SCT2/1994 Disposiciones especiales para explosivos
- NCM-027-SCT2/1994 Peróxidos orgánicos
- NOM-028-SCT2/1994 Líquidos inflamables
- NOM-029-SCT2/1994 Especificaciones para RIG
- NOM-030-SCT2/1994 Construcción y reconstrucción de contenedores sistema

- **NOM-043-SCT2/1994 Documentos de embarque**

Esta regulación comprende todo el proceso de distribución desde su origen hasta su destino final; por lo cual, los transportistas, expedidores o generadores y destinatarios de los materiales y residuos peligrosos, dentro de su esfera de responsabilidades, deben establecer una coordinación para que el residuo se transporte en condiciones de seguridad.

Para tal efecto, los transportistas están obligados a realizar las siguientes acciones:

- Acordar métodos de control previos por escrito.
- Efectuar la transportación con la documentación correspondiente.
- Determinar la ruta de transporte que presente mejores condiciones de seguridad.
- No cargar materiales o residuos peligrosos que en su envase, embalaje o contenedor presenten fracturas, fugas o escumamientos.
- Contar con un seguro que ampare los daños que puedan ocasionarse a terceros en sus bienes y personas, al ambiente, a las vías generales de comunicación y cualquier otro daño que pudiera generarse por la carga.
- Cerciorarse que la unidad esté en perfectas condiciones físicas.
- Contar con personal capacitado.
- Para el transporte de materiales y residuos peligrosos el transportista y el expedidor de la carga, deben contar con las autorizaciones correspondientes por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y las demás dependencias competentes.

En el traslado de residuos peligrosos, el transportista debe contar con los siguientes documentos:

- Documento de embarque.
- Información de emergencia de transportación.
- Inspección técnica de la unidad.
- Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.
- Manifiesto para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente.
- Licencia federal de conducir específica Tipo "E".
- Bitácora de horas de servicios.
- Bitácora de inspección ocular diaria.
- Póliza de seguro individual o conjunto del transportista.
- Hojas de datos de seguridad del residuo transportado.

2. Marco Jurídico de Estados Unidos sobre Residuos Peligrosos

A continuación, se presenta una perspectiva de la Legislación de los Estados Unidos referida como Federal en materia ambiental; la Legislación ambiental estatal y las demás regulaciones han sido modeladas después del Programa Federal. La información seleccionada de las leyes ambientales federales están organizadas bajo "Objetivos Básicos y Estipulaciones Principales".⁹

2.1. Acta de la Política Nacional del Ambiente

a. Objetivos Básicos

Los objetivos básicos del Acta son: Declarar una política nacional que fomente la productividad y armonía entre el hombre y su medio ambiente; promover el esfuerzo que prevenga o elimine los daños al medio ambiente y la biósfera y estimule la salud y el bienestar del hombre; enriquecer el entendimiento de los sistemas ecológicos y los recursos naturales vitales para la Nación; y establecer un Consejo de Calidad del Medio Ambiente.

El presidente del Consejo de Calidad del Medio Ambiente tiene la responsabilidad principal de supervisar los esfuerzos federales para dar cumplimiento a la NEPA (Acta de la Política Nacional del Ambiente).

Esta Acta requiere de agencias federales para evaluar el impacto ambiental de sus programas y para realizar acciones en la planeación de procesos.

b. Principales estipulaciones

Título I: Declaración de Política Nacional del Ambiente; Sección 101 misma que contiene la parte sustantiva y las políticas requeridas del Acta. En ésta se hace énfasis de la importancia crítica de la restauración y el mantenimiento de la calidad del ambiente; declara que esa es la dirección de la política del Gobierno Federal, usar todas las medidas y medios para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza pueden existir en armonía productiva para satisfacer las necesidades de las generaciones presente y futuras.

La Sección 102 describe los métodos requeridos del Acta. Para cualquier acción federal que afecte significativamente la calidad del ambiente del ser humano, será solicitada una manifestación detallada de impacto ambiental que debe ser preparada por el responsable oficial. El Consejo ha

emitido regulaciones sobre el contenido y la coordinación requerida para la manifestación de impacto ambiental. Estas regulaciones describen también otros documentos que podrían ser necesarios tal como una evaluación ambiental, resultado de un impacto no significativo y un registro de decisión.

El Título II del acta describe la composición de la Presidencia del Consejo y sus responsabilidades.

2.2. Acta del Aire Limpio 1970, 1977, 1990

a. Objetivos Básicos.

El Acta del Aire Limpio de 1970, enmendó el Acta de la Calidad del Aire de 1967, estableciendo sus objetivos: Proteger e incrementar la calidad del aire en la Nación así como promover la salud pública, el bienestar y la capacidad productiva de su población. Desde 1970, el Acta básica ha sido modificada significativamente para reflejar el interés nacional acerca de la calidad del aire. El soporte técnico de esta regulación ha provenido de ambientalistas y del público en general; aunque la legislación ha sido controvertida debido a su impacto en el crecimiento de la industria y la economía.

Los principales objetivos del acta son los de proponer la obtención de una meta para el aire limpio, colocando estándares ambientales primarios y secundarios de calidad de aire. Los primarios son estándares que definen niveles de calidad de aire necesarios para proteger la salud pública, mientras que los estándares secundarios definen niveles necesarios para proteger el bienestar público de cualquier efecto adverso conocido o anticipado de un contaminante.

Los objetivos básicos de la enmienda del Acta del Aire Limpio de 1977 fueron: Definir las emisiones relacionadas al deterioro significativo, implementar un concepto de emisión de compensación, incrementar el uso de tecnologías innovadoras de control, negar a las industrias ventajas económicas por el incumplimiento con los controles de contaminación del aire requeridos, declarar que el uso de chimeneas elevadas para la dispersión de contaminantes no es considerado una solución permanente para el problema de la contaminación del aire, declarar que las instalaciones deben cumplir con una serie de procedimientos y requerimientos de control de la contaminación, y establecer guías para estándares futuros en un cierto número de áreas.

La enmienda de 1990 al Acta del Aire Limpio representa un mayor esfuerzo del Congreso de E.U. para dirigir varias y complejas promulgaciones relativas a la legislación del Aire Limpio. El Acta 90

esta compuesta para tener profundos y amplios efectos en instalaciones federales e industriales. El Acta propone crear un elaborado programa de bases tecnológicas para el control de la contaminación tóxica del aire, para controlar la lluvia ácida y las emisiones de plantas de energía.

2.3. Acta de la Conservación y Recuperación de Recursos RCRA 1976

Esta Acta es una enmienda que complementa el Acta de disposición de residuos sólidos. Su principal enmienda fue en 1984 sobre Residuos Sólidos Peligrosos.

a. Objetivos básicos.

La RCRA, tal como existe actualmente, es la culminación de una larga serie de piezas de legislación, comenzando por el Acta de Disposición de Residuos Sólidos de 1965, que dirigió el problema de la disposición de residuos. Esto comenzó con el intento de controlar la disposición de residuos sólidos y eventualmente involucró hacia dentro una expresión de preocupación nacional con la segura y adecuada disposición de residuos peligrosos. El Acta señala la necesidad e importancia de establecer alternativas para métodos existentes de disposición en rellenos y la conversión del residuo sólido en energía.

La RCRA de 1976 otorgó a la EPA (Agencia de Protección al Ambiente), la autoridad para regular la disposición de residuos peligrosos; alentó el desarrollo de planes de manejo de residuos sólidos y programas de regulación para residuos no peligrosos por parte de los estados; prohibió tiraderos abiertos de residuos, estableció regulaciones para los tanques de almacenamiento subterráneos; a su vez provee de mecanismos para realizar una investigación nacional, de desarrollo y demostración de programas para mejorar el manejo de los residuos sólidos y las técnicas de conservación de recursos.

El control de residuos peligrosos se realizará identificando y localizando los residuos peligrosos; reconociendo cómo son generados estos residuos; asegurando que los residuos peligrosos sean envasados y transportados adecuadamente y regulando el almacén incluyendo la eliminación o tratamiento de los residuos peligrosos.

Uno de los objetivos principales de RCRA es el de proteger el ambiente y conservar los recursos a través del desarrollo e implantación de planes de manejo de residuos peligrosos por parte de los estados. El Acta reconoce la necesidad de desarrollar y demostrar prácticas de manejo de residuos que no sean solamente ambiental y económicamente viables si no también de

conservación de recursos. El Acta requiere a la EPA para encargarle un número de estudios especiales con objeto de que puedan recuperarse recursos de los residuos de vidrio y plástico y del manejo de la eliminación de lodos y tierras contaminantes. Un comité intersectorial de conservación de recursos ha sido establecido para reportar al Presidente y al Congreso de las consecuencias económicas, sociales y ambientales del presente y las alternativas de conservación de técnicas de recuperación de recursos.

b. Principales estipulaciones

Los residuos peligrosos son identificados a través de su definición y publicación. Han sido identificadas cuatro clases de definiciones de residuos peligrosos que son por ignición, reacción, corrosión y toxicidad. Los productos químicos que están dentro de estas clases de residuos, están regulados en principio debido a la situación de riesgo que ellos representan.

Se han publicado cuatro listas, que contienen aproximadamente 1,000 distintos compuestos (esta lista se actualiza con nuevos productos que llegan a estar disponibles). Esta lista incluye residuos químicos de fuentes no específicas, productos de procesos industriales específicos, productos químicos comerciales fuera de especificación o químicamente puros. Estas clases de productos químicos son regulados en una primera instancia para evitar que su disposición inadecuada afecte los mantos freáticos de agua subterránea por la contaminación producida por estos productos tóxicos.

El Acta requiere el control de los residuos peligrosos en todo momento desde su generación, transportación, almacenamiento, eliminación, hasta disposición, eliminación o tratamiento. Los generadores, transportistas y operadores de las instalaciones que realizan la eliminación o disposición de residuos sólidos están obligados a cumplir con un sistema de registro de mantenimiento, responsabilidad y manufactura para asegurar que todos los residuos peligrosos sean enviados solamente a instalaciones autorizadas para tratamiento, almacenamiento, disposición o eliminación autorizada. La EPA debe emitir permisos para estas instalaciones y estas deben cumplir con las normas establecidas por la EPA misma.

Los estados deben llevar a cabo planes de manejo de residuos sólidos que deban ser aprobados por EPA. Estos programas regularán lo referente a residuos peligrosos en los estados y controlarán la emisión de permisos. Si un estado no desarrolla como tal un programa, la EPA, basada en el programa federal, lo hará entonces.

Los sitios de disposición de residuos son inventariados para determinar que cumplan con la regulación sanitaria de rellenos, emitida por la EPA. Los tiraderos a cielo abierto deberán ser cerrados o mejorados dentro de los 5 años siguientes de ser inventariados. Así como efectúan el manejo de residuos peligrosos, los estados deben desarrollar planes para controlar la disposición de residuos sólidos y regular los sitios de disposición. EPA ha emitido manuales para auxiliar a los estados en el desarrollo de sus programas.

Desde 1983, la experiencia y una variedad de estudios se remontan a la aprobación inicial de la legislación de RCRA, que encontró que un estimado de 40 millones de toneladas métricas de residuos peligrosos escapan de control anualmente a través de lagunas en la legislación y del sistema regulatorio. Subsecuentemente, el Congreso fue forzado a reevaluar a RCRA y en los hechos fue evidente que RCRA se encontró corto en sus intentos legislativos por sus fallas para regular un número significativo de generadores de pequeñas cantidades, para regular desechos del petróleo, para asegurar una operación ambientalmente adecuada de las instalaciones de confinamiento y para realizar lo necesario para controlar la contaminación de mantos freáticos causados por derrames de tanques de almacenamiento subterráneo. Una enmienda importante fue promulgada en 1984 para dirigir algunos puntos de RCRA.

Las principales estipulaciones de la enmienda de 1984 incluyen:

- La notificación de datos sobre los tanques de almacenamiento subterráneos y regulación para la detección, prevención y corrección de descargas.
- incorporación de generadores de pequeñas cantidades de residuos (quienes generan entre 100 y 1000 kg de residuos peligrosos por mes) dentro del proyecto de regulación.
- Restricción de confinamientos de una variedad de residuos a menos que EPA determine que el confinamiento es seguro desde el punto de vista de la salud humana y del ambiente.
- Requerimiento de la acción correctiva para las instalaciones de tratamiento, almacenamiento, y disposición o eliminación para toda descarga o derrame de residuos peligrosos, sin tener en cuenta desde cuando fue colocado el residuo en la unidad.
- Requerimiento de la EPA para inspeccionar las instalaciones gubernamentales (para quienes manejen residuos peligrosos) anualmente y otras instalaciones autorizadas en el manejo de residuos peligrosos, por lo menos cada año.
- Regulación de las instalaciones que incineren residuos y combustibles en boilers y hornos industriales.

c. Responsabilidad.

Las siguientes son responsabilidades significativas civiles y penales que son expresamente incluidas en RCRA:

- Responsabilidad Civil RCRA 3008 (a)

Las multas por violación de orden de cumplimiento no serán mayores de \$25.000 dólares por día de incumplimiento, por cada día de violación de la orden.

- RCRA 3008 (g)

Cualquier persona que viole cualquier requerimiento del subtítulo C. será responsable para los Estados Unidos, por una falta civil con una multa de un monto que no excederá de \$25.000 dólares por cada violación, donde cada día de violación constituye una violación por separado.

- Responsabilidad Penal RCRA 3008 (d)

Las personas son responsables de acuerdo al código penal si deliberadamente transportan, tratan, almacenan, disponen o eliminan residuos peligrosos específicos, en una instalación que no tenga permiso o en deliberada violación de las condiciones del permiso o de las regulaciones provisionales, aplicables al estado.

Las personas son responsables cuando deliberadamente omiten información o hacen una falsa declaración de materiales concernientes a una aplicación, responsabilidad, manifiesto, registro, reporte, permiso u otro documento utilizado para determinado cumplimiento.

Cometen una violación a las normas, quienes deliberadamente transporten, traten, almacenen, dispongan, eliminen o exporten cualquier residuo especificado como peligroso, y quien conociendo a tiempo estos peligros, aun así coloque a otra persona en inminente peligro de muerte o daños serios; estos infractores estarán sujetos a una multa de hasta \$25.000 dólares o cárcel hasta por 15 años o ambos. La organizaciones que sean demandadas estarán sujetas a una multa de no más de \$1 millón de dólares.

d. La RCRA establece las siguientes normas.⁵

- Prefiere el reciclaje u otras técnicas para el manejo de residuos peligrosos
- Crea el sistema para clasificar los residuos peligrosos como corrosivos, reactivos, tóxicos inflamables y biológico infecciosos.
- Crea un sistema para identificar y vigilar los residuos peligrosos durante la producción, transportación, almacenamiento y eliminación.
- Exige que los choferes transportistas obtengan el permiso especial para transportar residuos peligrosos.
- Exige el registro de todos los productores de residuos peligrosos
- Exige que las plantas que realizan el transporte, almacenamiento o eliminación de residuos peligrosos (TSD) obtengan un permiso especial.
- Se cuenta con reglas para los productores de cantidades pequeñas de residuos peligrosos.
- Limita la incineración de aceite usado.

e. La RCRA controla lo siguiente:

- Las plantas que almacenan residuos peligrosos por más de 90 días.
- Las plantas que producen más de 1000 kg de residuos peligrosos al mes.
- Los transportistas que llevan los residuos peligrosos desde el lugar de producción hasta el sitio de tratamiento, reciclaje o eliminación.
- Las plantas que realizan el tratamiento, almacenamiento o eliminación de residuos peligrosos.

f. La Agencia de Protección al Ambiente (EPA) es la encargada de la vigilancia de RCRA.

2.4. Superfondo 1. Acta Integral sobre Propuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental. CERCLA.⁹

Promulgada en 1980. Principal enmienda de 1986, enmienda superfondo y Acta de autorización

a. Objetivo básico.

El acta reconoce que el superfondo o CERCLA tiene los siguientes objetivos básicos:

Otorgar a la agencia ejecutora la autoridad para responder ante la descarga de residuos peligrosos (como está definido en el Acta Federal de Control de la Contaminación de Agua, el Acta del Aire

Limpio, el Acta de Control de Sustancias Tóxicas, el Acta de Residuos Sólidos y por el administrador de la agencia ejecutora) para inactivar sitios de residuos peligrosos que pongan en peligro la salud pública y el ambiente. Da poder a la EPA para vigilar y controlar derrames de residuos peligrosos en el medio ambiente y para vigilar la limpieza de sitios abandonados que tienen residuos peligrosos.

Establecer un super fondo de sustancias peligrosas basado en cuotas de industriales y asignaciones federales para financiar las acciones de respuesta. Los fondos son para la limpieza de residuos peligrosos cuando no se encuentren responsables o se nieguen a pagar.

El establecimiento de responsabilidad para cubrir costos de respuesta por la parte responsable e inducir la limpieza de sitios por la parte responsable. Establece la responsabilidad por descarga de residuos peligrosos en cada sitio inactivo.

Imponer multas y encarcelar a las personas que eliminen los residuos peligrosos de manera incorrecta y aquellos que no reportan los derrames de este tipo de materiales.

Establecer regulaciones de control de sitios inactivos de residuos peligrosos.

La determinación del número de sitios inactivos de residuos peligrosos por conducto de un inventario nacional. Este inventario incluye la coordinación de la Agencia para las sustancias tóxicas y registros de enfermedades (ASTSDR) del servicio público de la salud con el propósito de implementar dentro del Acta, el nivel de autoridad relacionada con la salud. Para el inventario se crea una lista de sitios peligrosos que requieren limpieza, en orden de prioridad.

La previsión de la autoridad de la EPA para actuar cuando exista una descarga o amenaza de descarga de un contaminante desde un sitio que pueda poner en peligro la salud pública. Tal acción puede incluir la remoción, remediación y medidas de remediación.

La revisión dentro de 180 días posteriores a la promulgación del Acta del Plan Nacional de Contingencia para la remoción de sustancias peligrosas derivadas del petróleo (40CFR, Part 300). Este plan debe de incluir una sección para establecer procedimientos y normas para responder ante descargas de sustancias peligrosas contaminantes y abetirías con las acciones necesarias para contrarrestar un peligro inminente.

Esta acta enmienda el acta de eliminación de residuos sólidos. Prevee un inventario de sitios inactivados con residuos peligrosos y de acciones apropiadas para proteger al público de los posibles peligros de tales sitios. Como se observa, ésto es una respuesta a la preocupación debida a los peligros resultantes de las prácticas negligentes de eliminación de residuos peligrosos.

2.5. Superfondo 2. Acta de Modificación y Reutilización del Superfondo. SARA

Promulgada en 1986 (PL99-499)

a. Objetivos Básicos

Esta acta revisa y amplía CERCLA (autorización del superfondo). CERCLA es ampliada por la adición de nuevas autoridades conocida como el Acta de Planeación de Emergencias y Derecho de la Comunidad para Conocer 1986 (también conocida como Título III de SARA). El título III de SARA provisto para planeación de emergencias y para el derecho de la comunidad a conocer reportes de descarga de productos químicos tóxicos. Esta Acta también establece un programa especial con el Departamento de la Defensa para la reforestación de terrenos contaminados, similar al superfondo bajo CERCLA.

b. Principales estipulaciones.

Existen previsiones que aplican cuando se maneja una sustancia peligrosa y cuando ha ocurrido una descarga. Desde antes de que suceda cualquier emergencia, la información correcta debe estar disponible para el estado y las autoridades locales y para el público en general que lo solicite.

Los propietarios de las Instalaciones y los operadores están obligados a proporcionar la información pertinente para cualquier sustancia regulada presente en las instalaciones a las autoridades competentes, del estado o locales. Tres tipos de información se cuentan para ser reportadas para estas autoridades:

- Hoja de datos de seguridad de materiales

Las cuales son preparadas por el fabricante de cualquier material peligroso y son conservados por los propietarios u operadores de las instalaciones. Estas hojas contienen la información de un material peligroso y proporcionan una información inicial a las autoridades del estado o locales.

- Inventario de emergencia y productos químicos peligrosos.

Mismos que son sometidos anualmente por las autoridades estatales y locales. Nivel I Información que incluye la cantidad máxima de un material peligroso que podría estar presente en cualquier momento durante el reporte del año, y la cantidad promedio diaria presente durante el año previo al reporte anual. Está también incluida la localización del material peligroso en cada categoría. Esta información estará disponible para la solicitud del público en general (permitido por la protección de información confidencial).

- Reportes de descargas de materiales peligrosos.

Son los informes de las descargas acerca de efluentes y de la emisión de cualquier material tóxico. En el evento de una descarga de sustancias peligrosas, el propietario u operador de la instalación debe de notificarlo a las autoridades. Esta notificación debe incluir la identificación del material involucrado; la cantidad descargada; tiempo, duración y destino en el ambiente y por supuesto la acción sugerida.

Debe contarse también con un programa de emergencias y una red de respuestas en los niveles de gobierno estatales y locales para el caso de una notificación de un evento de descarga.

- c. SARA fue establecida con el objetivo de continuar y mejorar el Acta anterior y como se observa permite:

- La creación de un plan de emergencia que establece los pasos a seguir en caso de derrames u otra emergencia. También establece que se deben identificar las plantas que trabajan con residuos peligrosos y las rutas que utilizan para su transportación.
- El derecho de la comunidad a tener información sobre las empresas que producen, almacenan o usan materiales peligrosos. Las empresas deben informar a la EPA de todos los materiales que arrojen al medio ambiente.

- d. Adicionalmente esta Acta permite:

- Establecer los requisitos de entrenamiento para trabajadores encargados de responder a emergencias.
- Establece plazos fijos para terminar la limpieza de sitios con residuos peligrosos.

2.6 Definición de Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos son definidos como residuos que representan un peligro especial para la salud del ser humano. Con base en lo establecido por RCRA, existen dos métodos generales para definir un residuo peligroso: a través de un listado y por identificación. La EPA ha publicado listados de sustancias peligrosas. Cualquier residuo que no este incluido en estos listados solamente puede ser identificado como peligroso, basándose en el siguiente criterio:

Corrosividad: Un residuo líquido es caracterizado como corrosivo si tiene un pH menor a 2 o mayor de 12.5 y corroe una placa de acero al carbón (contenido de carbón de 0.2%) a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año a 55 °C.

Toxicidad: Un residuo es caracterizado como peligroso con base en el procedimiento de las características de toxicidad de lixiviados (TCLP). La prueba TCLP es una prueba de lixiviados de conformidad con el protocolo establecido por EPA. (marzo 29, 1990). Si los lixiviados derivados de la prueba TCLP contienen sustancias en cantidades mayores al límite, el residuo será considerado como peligroso.

Inflamabilidad: Cuando un residuo líquido (o que en solución acuosa contenga menos del 24% en volumen de alcohol), tiene un flash point o punto de inflamación de 60°C se considera dentro del grupo.

3. Convenio Bilateral México-Estados Unidos

El transporte de residuos peligrosos a través de la frontera México-Estados Unidos, fue reglamentada a través de un Acuerdo realizado en noviembre de 1986, nombrado Acuerdo de Cooperación México-Estados Unidos para la Protección y Mejoramiento del Ambiente en el área de la Frontera (Anexo III). Este acuerdo preparó el camino para varias leyes y reglamentos de ambos países, aplicables a la importación y exportación de residuos peligrosos a través de la frontera. Aun cuando varias leyes han sido emitidas desde 1986, el contenido del acuerdo binacional permanece intacto. Esto es especialmente importante para los requisitos de la notificación y autorización en la exportación e importación de ambos países. Estos requerimientos están contenidos en la regulación en materia de residuos peligrosos para México (artículo 153 de la Ley General), y en varias secciones de los Códigos de Regulación Federal de Estados Unidos.

El documento asegura al gobierno de México, el ser notificado 45 días antes de cualquier intento de exportar residuos peligrosos, a fin de realizar las investigaciones de las plantas y procesos que se planean utilizar. Gracias a este mecanismo, en los últimos años se ha impedido la introducción de más de un millón de toneladas de materiales y residuos peligrosos a nuestro país.⁵

El Anexo III del convenio bilateral México-Estados Unidos, es de gran importancia, ya que establece los mecanismos más avanzados que existen a nivel internacional para regular el movimiento transfronterizo de materiales y residuos peligrosos.

El Convenio plantea:

- Estricto control de los embarques, sujetos a la aprobación previa del país receptor, definiéndose las aplicaciones para su precisa y oportuna identificación.
- Se prohíbe el movimiento de materiales y residuos peligrosos en la frontera, sin la autorización del país receptor.
- En el caso de que se de un movimiento transfronterizo ilegal de residuos peligrosos, el país receptor deberá solicitar al país exportador que readmita los materiales o residuos peligrosos.
- Los residuos peligrosos generados en las plantas maquiladoras, sujetos al régimen de importación temporal, deberán ser devueltos al país de origen de la materia prima.

La obligación de conformidad con las leyes vigentes abarca:

- Readmitir los materiales o residuos que hayan provocado daño al país receptor, sin que este haya dado su consentimiento.
- Restablecer, las condiciones naturales del ecosistema que haya sufrido algún daño.
- Restituir mediante la compensación, los daños causados a personas, propiedades y al ambiente en general.
- Notificar cualquier restricción o sustitución de plaguicidas.
- Establecer un sistema de cooperación e intercambio de información.

El Anexo III ha sido tan beneficioso para México, que se ha logrado controlar el movimiento transfronterizo en más de un 90%.

En el Anexo II del Convenio Bilateral México-Estados Unidos firmado en enero de 1988, se trata sobre un Plan de Respuesta Conjunta a 100 km de cada frontera de ambos países, para la atención a emergencias por escape o derrame de materiales o sustancias peligrosas.

a. **Eliminación y Reciclaje de Materiales y Residuos Peligrosos ¹⁰**

La industria maquiladora en México a lo largo de su frontera con Estados Unidos se incrementó en una gran proporción dentro del sector industrial. Como resultado, esta industria ha generado una cantidad substancial de residuos peligrosos. Actualmente México no tiene la capacidad para manejar la eliminación de una cantidad grande de residuos peligrosos; los residuos que son derivados de materias primas importadas dentro de México son regresados al país del que provienen (país de origen). El país de origen de las maquiladoras que se ubican en México a lo largo de su frontera con Estados Unidos es generalmente este último. Esta práctica es requerida por el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos (artículo 55) y es una condición necesaria para operar como maquiladora. Se puede obtener una excepción a esta regla si el residuo es reciclable o es posible su reutilización. Sin embargo esta alternativa debería ser tomada en cuenta con precaución, ya que muchos productos se podrían presentar falsamente como reciclables, provocando la eliminación inadecuada de residuos.

Con respecto a la operación de instalaciones para la disposición o eliminación de residuos peligrosos, actualmente existen solamente un número reducido de empresas que son capaces de aceptar residuos peligrosos. Para operar una instalación de reciclaje o eliminación de residuos, primero debe obtenerse el permiso por parte de la Semarnap, y después de esto, cumplir con las regulaciones y normas aplicables. El bajo número de instalaciones de reciclaje y eliminación de residuos en México es probablemente debido a lo limitado del carácter lucrativo de ser un propietario u operador cuando una gran parte de los residuos peligrosos generados en México es regresado al país de origen o es ilegalmente eliminado o reciclado. Sin embargo, se espera que una mejor aplicación de la normatividad resulte en un incremento del carácter lucrativo de las empresas dedicadas al manejo de residuos peligrosos. A través de una más estricta regulación y con el avance de la aplicación de estas políticas, se requerirá asegurar que los generadores reciclen o eliminen apropiadamente este tipo de residuos. Como resultado, la operación en México de una industria de reciclaje o eliminación de residuos peligrosos llegará a ser muy rentable.

4. Marco Jurídico Canadiense ⁹

La Legislación Canadiense en aspectos ambientales es pragmática y bien integrada. Existe una gran cooperación entre el gobierno y la industria, por lo cual una mayor proporción de gastos son destinados a la prevención, control o remediación en cuestiones ambientales.

Las dos principales agencias responsables de la regulación en materia ambiental y de salud son:

- La Agencia del Ambiente de Canadá
- La Agencia de Salud y Seguro Social de Canadá

La Agencia del Ambiente de Canadá es responsable del desarrollo y aplicación de las regulaciones ambientales y de la administración de la CEPA o Acta de Protección del Ambiente de Canadá. La Agencia de salud y seguro social es responsable de evaluar el impacto potencial de las sustancias en la salud humana y de emitir recomendaciones para el control o prohibición en el uso de sustancias tóxicas.

4.1 Acta Canadiense de Protección del Ambiente

La CEPA, emitida en junio de 1988, es la piedra angular de la legislación federal en materia ambiental. Esta es una Ley que incorpora y deroga legislación anterior que incluye:

- Acta de contaminantes ambientales
- Acta del aire limpio
- Acta de control de descargas a océanos
- Acta del agua de Canadá
- Acta del departamento del ambiente

La CEPA otorga a la Agencia del Ambiente de Canadá y a la Agencia de salud y seguro social, amplios poderes para definir los estándares nacionales de sustancias tóxicas y para regular en forma total el ciclo de vida de estas sustancias, desde su desarrollo y fabricación, a través de varias etapas de transportación, distribución, almacenamiento y uso, hasta su disposición final. Bajo CEPA son desarrollados y promulgadas también normas de prácticas y manuales, los objetivos nacionales de calidad del aire y de la generación de emisiones por poder calorífico.

Una característica innovadora de CEPA es el Programa de Elección Ambiental, establecido por el ministerio del ambiente para identificar y promover productos ambientalmente beneficiosos. Un Consejo independiente de canadienses determina los criterios que deben ser conocidos para que los productos y servicios, una vez certificados, puedan usar el EcoLogo.

a. Reglas Federal-Regional.

CEPA es ley de alcance nacional y ofrece las bases para un consistente acceso a través de Canadá. El ministerio del ambiente tiene la autoridad para entrar dentro de dos tipos de acuerdo con los gobiernos de provincia y territorio. Los acuerdos de administración abarcan un rango de actividades administrativas que incluyen inspección, monitoreo, reporte y su aplicación. Los acuerdos de equivalencia son específicos para reglamentación individual y como el nombre lo implica, otorga a las provincias la opción para desarrollar y aplicar sus propios estatutos si éstos son equivalentes al Programa federal (como en Estados Unidos).

b. Lista de sustancias prioritarias.

Cuando la CEPA fue promulgada, fue creado un panel para identificar, de un grupo de 20,000 sustancias químicas utilizadas en Canadá, aquellas que pudieran ser evaluadas como peligrosas en forma rápida debido a sus efectos en la salud humana o en el ambiente. Fueron seleccionadas 44 familias químicas de compuestos para la lista de sustancias prioritarias, con base en el siguiente criterio:

- Efectos potencialmente adversos en humanos o en el ambiente
- Efectos persistentes
- Acumulables en el medio ambiente o bioacumulable en tejidos biológicos
- Usado extensamente y que se encuentra ya presente o puede ser descargado en el ambiente en cantidades significativas.

c. Plan Verde para un Ambiente Saludable

El Plan es un sistema coordinado para un manejo prudente de recursos y un desarrollo sustentable. Su meta es el equilibrio entre el uso de regulaciones y las bases de mercado. Un principio fundamental del Plan es que las decisiones que se tomen entre gobierno, empresas e individuos deben llegar a tener un enfoque Integral.

El Plan reconoce también que los incentivos fiscales pueden ser una alternativa efectiva o complementaria para el tradicional enfoque de la normatividad.

5. Comisión para la Cooperación Ambiental ¹¹

"La Comisión para la Cooperación Ambiental fue creada en 1994 por México, Estados Unidos y Canadá para tratar los asuntos ambientales transfronterizos en América del Norte. Aunque la idea de crear esta Comisión fue concebida durante las negociaciones del Tratado de Libre Comercio, su mandato oficial se deriva del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN).

El acuerdo se basa en las disposiciones ambientales establecidas en el TLC y las complementa. Crea un sistema norteamericano que permite llevar a cabo la realización de los objetivos comerciales y ambientales de manera abierta y coordinada.

En términos generales, el ACAAN busca proteger, conservar y mejorar el medio ambiente para el bienestar de las generaciones presentes y futuras y para lograrlo, las partes integrantes del acuerdo definieron los siguientes objetivos:

- proteger el medio ambiente mediante una mayor cooperación.
- promover el desarrollo sustentable a partir de políticas ambientales y económicas de apoyo recíproco.
- apoyar los objetivos ambientales del TLC y evitar la creación de distorsiones o nuevas barreras comerciales.
- fortalecer la cooperación para elaborar las leyes ambientales e intensificar su aplicación.
- promover la participación del público y su transparencia.

Con la firma del ACAAN, los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá se comprometieron a una serie de acciones fundamentales:

- elaborar informes sobre el estado del medio ambiente.
- buscar el mejoramiento de las disposiciones ambientales.
- aplicar de manera efectiva la legislación ambiental.
- publicar y promover la información.

Los miembros del TLC aprobaron la publicación de las leyes, reglamentos, resoluciones y procedimientos administrativos que se relacionan con los asuntos dentro del ámbito del ACAAN y de ponerlos a disposición de las partes integrantes del Acuerdo y de otras personas interesadas. Este énfasis en la apertura y la transparencia se destaca en el artículo 4 del acuerdo, el cual obliga

a cada país a proporcionar a otras partes y al público, cuando sea posible, una oportunidad razonable para exponer sus observaciones acerca de las medidas ambientales propuestas.

La Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) se formó para ayudar a los países del TLC a alcanzar los objetivos estipulados en el Acuerdo. Contribuye a la coordinación de iniciativas de cooperación ambiental e identifica las maneras en que los países de América del Norte pueden trabajar más efectivamente a fin de proteger, conservar o mejorar el medio ambiente. La CCA es también un foro importante en el cual los miembros del TLC pueden actuar para evitar controversias comerciales o ambientales.

La CCA está formada por un Consejo de Ministros, un Secretariado y un Comité Consultivo Público Conjunto. El Consejo es el organismo rector de la Comisión y está dirigido por los ministros responsables del medio ambiente de cada país. El Secretariado es presidido por un Director Ejecutivo y su sede se ubica en Montreal Canadá. El equipo cuenta con aproximadamente 25 profesionistas provenientes de los tres países, quienes brindan apoyo técnico y administrativo al Consejo así como a los comités y grupos creados por éste.

El Secretariado es el encargado de ejecutar el programa de trabajo anual de la Comisión y de establecer un centro de información especializado en asuntos ambientales de América del Norte. También lleva a cabo la preparación del informe anual y el informe sobre el estado del medio ambiente en América del Norte que se publicará en 1997.

El Comité Consultivo Público Conjunto (CCPC), lo integran quince miembros, cinco de cada país, ciudadanos voluntarios; el CCPC emite recomendaciones para el Consejo de tipo técnico, científico y de otros tipos, así como aspectos dentro del ámbito del Acuerdo, incluyendo el programa y el presupuesto anual.

La CCA fomenta la participación de la industria, de organismos no gubernamentales y de particulares para fomentar las iniciativas de los países miembros del TLC en el tratamiento de asuntos ambientales transfronterizos. Uno de los mecanismos de participación es mediante la presentación de peticiones en los casos que se aleguen omisiones en la aplicación efectiva de la legislación ambiental; otro mecanismo es la ejecución del plan de trabajo. Varios proyectos iniciados por el Secretariado se realizan con la participación de la sociedad.

Una función importante de la Comisión es contribuir a la solución de controversias. La omisión en la aplicación efectiva de la legislación ambiental constituye una de las preocupaciones centrales.

La Comisión puede abordar este asunto mediante la presentación de peticiones de los ciudadanos y mediante las consultas entre los miembros del TLC.

El ACAAN asigna al Secretariado el estudio de las peticiones presentadas por cualquier organismo no gubernamental o cualquier persona que reclame que un miembro del TLC está incurriendo en omisiones en la aplicación efectiva de la legislación ambiental existente.

Existe un procedimiento de solución de controversias para tratar los casos en que un miembro del TLC reclama que otro miembro persiste en la omisión de la aplicación efectiva de la legislación ambiental vigente. Este mecanismo se puede invocar si la omisión en la aplicación efectiva de la legislación afecta materialmente a los bienes o servicios importados o exportados entre los países del TLC. Cualquiera de las partes puede solicitar consultas con la otra parte involucrada para resolver el problema relativo a este tipo de omisión.

Si no se logra resolver el asunto mediante la consulta, la parte demandante puede solicitar una reunión extraordinaria del Consejo, dentro de los 20 días siguientes. El Consejo puede tratar de resolver el asunto por mediación o consultas con asesores técnicos y expertos, en caso necesario.

Si después de un tiempo la controversia todavía no se resuelve, la parte puede solicitar la integración de un panel arbitral que será convocado mediante el voto de las dos terceras partes del Consejo. Los cinco miembros del panel arbitral son designados por las partes en conflicto a partir de una lista de 45 personas establecidas por el Consejo. El panel arbitral publicará un informe y sus recomendaciones. Los miembros del TLC acuerdan ejecutar las recomendaciones del informe o cuando sea el caso, someterse a pagar una multa. El hecho de no pagar esta multa puede derivar en una suspensión de los beneficios derivados del libre comercio."

6. Comparaciones

La Legislación mexicana en materia de residuos peligrosos es en gran parte producto de la experiencia de Estados Unidos.

Una revisión general de algunos puntos permiten descubrir la identificación entre los dos países en este sentido.

- En Estados Unidos se cuenta con una clasificación de un listado de más de 1000 sustancias consideradas como residuos peligrosos.

En México se tiene también una identificación por listados, pero el número de sustancias es significativamente menor.

- En Estados Unidos se identifican principalmente 4 tipos de residuos peligrosos por sus características de ignición, reacción, corrosión y toxicidad.

En México se establecen 6 tipos de residuos peligrosos por sus características de corrosión, reactividad, explosión, toxicidad, inflamabilidad y los biológicos infecciosos.

- En Estados Unidos, se establece el control de los residuos peligrosos desde su generación hasta su eliminación o tratamiento, "desde la cuna hasta la tumba".

En México, la Legislación obliga también a ello, pero no se tienen controles adecuados para su implementación.

- En Estados Unidos se exige el registro de todos los residuos peligrosos generados.

En México también se establece este control.

- En Estados Unidos, las instalaciones de manejo de residuos peligrosos son autorizadas por la EPA y deben seguir las normas de operación que esta agencia dictamina.

En México la Semamap es la que autoriza y controla en forma similar.

- En Estados Unidos, la EPA regula también los generadores de cantidades pequeñas de entre 100 y 1,000 kg/mes.

En México no se distingue la cantidad mínima generada, mientras sea residuo peligroso, se encuentra dentro de la autoridad de Semarnap.

- En Estados Unidos, se regula la operación de tanques de almacenamiento subterráneos.

En México no existe esta regulación.

- En Estados Unidos se tiene la restricción de una gran variedad de residuos en confinamiento o bajo la autorización de la EPA.

En México, se tiene la prohibición para el confinamiento de sólo algunos tipos de residuos (radiactivos, organocianuros, PCB e insecticidas).

- En Estados Unidos se deben inspeccionar las instalaciones gubernamentales y las autorizadas para el manejo de residuos al menos una vez por año.

En México no está reglamentada la inspección específica a instalaciones gubernamentales, tales como PEMEX, CFE, la Defensa, y empresas paraestatales que generan gran cantidad de residuos peligrosos. Algunas ocasiones la Semarnap realiza inspecciones a estas dependencias, derivado sobre todo de denuncias ciudadanas.

- En Estados Unidos, el incumplimiento a la Legislación puede derivar en multas de hasta \$25,000 dólares por cada día de incumplimiento, multas por \$25,000 dólares y cárcel de 15 años, y demandas de hasta \$1 millón de dólares.

En México, el incumplimiento de la Legislación puede derivar en multas que van de los 100 y hasta los 20,000 días de salario mínimo vigente, y de 3 meses a 6 años de prisión. Por reincidencia se puede aplicar hasta el doble de 20,000 días de salario mínimo. En el aspecto penal se permite la libertad bajo fianza para cualquier situación.

En México se tiene también la figura de clausura a las empresas en forma parcial, temporal o total y definitiva.

- En Estados Unidos, se controla al transportista y se exige que los choferes obtengan el permiso especial.

En México también se mantiene un control sobre el transportista a través de la autorización. El permiso especial para choferes es el mismo que para materiales peligrosos.

- En Estados Unidos, la EPA tiene la capacidad para responder e inactivar sitios de residuos peligrosos.

En México la Semamap por sí misma no cuenta con esa capacidad y debe apoyarse en el poder federal o local.

- En Estados Unidos se creó un superfondo con base en las cuotas de industriales, para ser utilizado en la limpieza de sitios que hayan sido contaminados con residuos peligrosos.

En México no se cuenta con este tipo de fondos ni con base jurídica para ello. En todo caso solo puede obligar a empresas a que se acredite su responsabilidad a realizar acciones de limpieza bajo amenaza de clausura y multas.

- En Estados Unidos se cuenta con un inventario nacional de sitios de residuos peligrosos, y con la lista de sitios que requieren limpieza en orden de prioridad.

En México no se cuenta con el inventario y no se asume la responsabilidad de los sitios clandestinos de residuos peligrosos que requieren limpieza.

- En Estados Unidos se cuenta con un Plan de Contingencias ante el evento de descarga de residuos peligrosos al ambiente

En México, no se tiene un Plan similar.

- En Estados Unidos se establece el derecho a conocer por parte de las autoridades y del público, la cantidad y localización de los materiales y residuos peligrosos en una empresa.

En México esto se instrumenta sólo a través de los reportes de las empresas a la autoridad. Pero el público no tiene acceso a esa información clasificada como confidencial, aún en el caso de un derrame.

En contraparte, el público tiene la facultad de la denuncia ciudadana de las empresas que pudieran estar alterando el ambiente.

- En Estados Unidos se obliga a las empresa a informar sobre descargas de residuos peligrosos en forma detallada acerca de la cantidad, tiempo de duración, características de riesgo y manera de controlarlo.

En México exclusivamente se solicita que se de el informe a la autoridad.

- Estados Unidos no prohíbe la importación de residuos peligrosos.

En México se prohíbe la importación de estos residuos para su eliminación o disposición final y mediante el Acuerdo bilateral con Estados Unidos, se permite que una gran cantidad de residuos peligrosos de empresas maquiladoras dentro del territorio nacional, envíen sus residuos peligrosos al país de origen.

- En cuanto a la Legislación canadiense, también se cuenta con analogías y diferencias. Canadá tienen también una agencia específica para el control ambiental; los residuos peligrosos están sujetos a control desde su generación y hasta su disposición final o eliminación.

Una similitud con la Legislación canadiense con la estadounidense es que también intervienen los industriales dentro de las tareas de aportación para el mejoramiento del ambiente. A su vez instrumentan un novedoso sistema para certificar productos que son ambientalmente viables.

Además se ha llegado al control de ciertas sustancias para restringir e inclusive prohibir su uso.

La participación de todos los niveles de población han llevado a los canadienses a buscar el equilibrio del desarrollo sustentable, y aplicar la base de que los estímulos fiscales son una buena medida para incentivar tecnologías limpias.

En México se podrían aplicar este tipo de soluciones.

- En cuanto a la relación de estos tres países, derivado del TLC se ha creado un instrumento jurídico para la resolución de controversias en materia ambiental, que implica la observancia de la legislación vigente de cada país en su territorio y la aplicación de sanciones supranacionales a través de este instrumento por el incumplimiento de esta legislación.

En resumen, la normatividad mexicana es tal vez una copia reducida de la estadounidense, entendido esto por la gran influencia que tiene el país vecino sobre nuestro país y que siendo el país más desarrollado y de mayor generación de residuos peligrosos industriales, se tiene una buena fuente de experiencia y tecnología que no debe ser desaprovechada.

Sin embargo y tomando en cuenta que el problema en México no es de falta de normatividad, ya que contamos con un compendio de Leyes de todos tipos de las más avanzadas del mundo; la aplicación de las mismas siempre ha sido el principal obstáculo. La deficiente aplicación de las Leyes obedece principalmente a factores económicos, falta de previsión, falta de difusión (en materia ecológica es una de los principales problemas), deficiente o nula supervisión e inclusive falta de infraestructura para llevarla a cabo.

Es por esto que sólo hasta últimas fechas los industriales han venido implementando los programas necesarios para cumplir con la legislación vigente.

Existen varios procedimientos asociados al manejo integral de materiales y residuos peligrosos en México. Estos incluyen la determinación del residuo peligroso, un apropiado almacenamiento y requerimientos para el almacenamiento, el uso, reuso o eliminación o disposición final del residuo peligroso.

III. GENERALIDADES

1. Proceso de Fabricación de Pinturas

La pintura es una mezcla fluida que al secarse permite la formación de películas uniformes y delgadas sobre las superficies recubiertas por ella. La mezcla fluida, está formada por cargas (carbonato de calcio, talcos, caolín) y pigmentos (orgánicos e inorgánicos) en suspensión dentro de una solución formada por resinas y solvente llamada vehículo. Para fabricar la pintura, en una primera etapa que se denomina empastado o premezclado, se realiza el mezclado de cargas y pigmentos con el vehículo y posteriormente pasa a molinos con la finalidad de reducir el tamaño de partícula de los sólidos, a fin de asegurar la suspensión y evitar que ésta se rompa con las partículas de gran tamaño. Finalmente, la solución resultante se diluye y mezcla con más solvente, aditivos y materiales complementarios en la fase de terminado, y se envía a envasar. La fabricación de pinturas se realizará generalmente por lotes.

Con base en lo anterior, a continuación se presentan las diferentes actividades que se realizarán para la producción de pinturas.

a. Almacenamiento de materias primas

Las materias primas se recibirán por trailer, con capacidad de 10 a 20 Toneladas y pipas (en el caso de aceites y solventes), con capacidad de 20,000 a 40,000 litros.

El sistema central de bombeo para descarga de los camiones y cisternas debe disponerse de manera que los solventes se bombeen con una tubería de aspiración desde la parte superior para mayor seguridad. Los solventes no se deben descargar a través del desagüe inferior ya que una inundación de los solventes altamente inflamables debido a la ruptura de una manguera podría provocar un incendio fácilmente.

La mayoría de las normas exigen un dique alrededor de los tanques de los solventes para protegerlos del fuego en el caso de una fuga en un tanque de almacenamiento. El dique requerido debe contener como mínimo con 1.1 veces la capacidad del tanque de mayor capacidad que se encuentre dentro.

Otras materias son descargadas con monta cargas para su distribución en el almacén, las materias primas se reciben generalmente en recipientes de 20 a 200 litros y sacos de 50 kg a 1,000 kg.

La recepción y manejo en almacenes de bultos, cajas de cartón, sacos de materiales, es un problema complicado porque requiere mano de obra o equipos especiales como cintas transportadoras, carretones, elevadores y plataformas de rodillo.

Un control de la materia prima que ingresa consiste en enviar una muestra a analizar en el laboratorio de control de calidad, su pureza y otras propiedades. Una vez aprobado el análisis, se procede a almacenar el material en el lugar que le corresponda.

Del almacén, los materiales son enviados continuamente a los departamentos que los solicitan. En el almacén se realiza el pesado de las materias de acuerdo con la cantidad solicitada por los departamentos.

Las materias primas se presentan en diferentes tipos de envases, se disponen sobre tarimas de madera, cada tarima no debe soportar más de 3,000 kg de peso, en estibas con una altura máxima de 5 metros.

Dentro de la planeación del almacén se deben tener asignadas áreas específicas para los materiales de acuerdo al uso que se les vaya a dar. También, se separan los materiales de acuerdo con sus características de compatibilidad o incompatibilidad con otros materiales (por ejemplo, las pastas de aluminio se separan de los ácidos y de los secantes, ya que si llegan a reaccionar entre ellos, se incendian y explotan).

Los materias primas utilizadas se pueden dividir de acuerdo a sus características en las siguientes:

- Cargas

Son los llamados polvos o tierras y son los sólidos que en mayor proporción se encuentran contenidos en las pinturas, generalmente vienen contenidas en sacos.

Carbonato de Calcio

Celite 400, 281

Talcos (Fibrene C400, Mistrón Monomix)

Caolines (Glomax LL micronizado)
Celk.sive QP 30,000 y 9,300
Silicón G-100
Silprec EP-22

- Pigmentos

Los pigmentos dan el color requerido en la pintura. Generalmente vienen contenidos en sacos, algunos más en tambores, cubetas o cuñetes.

Bióxido de titanio
Óxidos de fierro
Oro rico pálido
Cobre 7,600
Minio
Pastas de aluminio
Óxido de cobre
Carbonato de cobre
Óxidos de mercurio
Negro de humo

- Aditivos

Existe una gran variedad de aditivos, para su mejor ordenación se clasifican de la siguiente forma:

- Secantes

Generalmente se encuentran contenidos en tambores.

Secante de plomo
Secante de cobalto
Secante de calcio
Secante de zinc
Secante de manganeso
Pasta Nuact

* Dispersantes

Facilitan la dispersión de las materias primas particuladas en el vehículo o fase líquida.

Texaphor

Nuosperse #57

Lecitina de soya

* Peróxidos

Deben mantenerse lejos de solventes orgánicos, de la luz solar, generalmente se encuentran contenidos en porrones o tambos.

Peróxido de hidrógeno

Trigonox B

Percadox L-50

Butanox M-50

* Espesantes

Permiten obtener cierta consistencia o viscosidad al producto

Natrosol 250 HBR

Cellosive QP

* Ácidos

Los ácidos se almacenan en un cuarto dentro del mismo almacén, en bidones de 20 litros.

Acido clorhídrico

Acido sulfúrico

Acido fosfórico

• Alcalis

Hidróxido de potasio

Hidróxido de sodio

• Fungicidas, Biocidas, Bactericidas

Generalmente vienen contenidos en tambos. Permiten preservar la pintura base agua de hongos y levaduras que pudieran atacarla.

Busan 30, 224

Kathon

Skane M-8

• Estearatos

Estearato de aluminio

Estearato de zinc

• Anhídridos

Anhídrido ftálico

Anhídrido maléico

• Polialcoholes

Pentaeritritol

• Resinas

Brea de pino

Los pigmentos negros se deben almacenar en bodegas separadas, esto con objeto de impedir que contaminen otros materiales. En otras se almacenarán el pentaeritritol, anhídrido maléico y anhídrido ftálico, debido a que sus vapores son muy irritantes y se requiere de un almacén separado y adecuadamente ventilado.

a.1 Proceso de medida y pesaje

La mayoría de las plantas están equipadas con bombas de control remoto que llevan todos los líquidos desde los depósitos del almacenamiento a un colector central para medirlos o pesarlos.

Las pinturas se fabrican conforme a una formulación que establece las cantidades de materias primas que se deben utilizar para cada línea y color. La formulación establecida por el departamento técnico se envía al almacén a fin de pesar los materiales en las cantidades señaladas.

h Fabricación de Emulsiones y Resinas

El proceso de fabricación de pinturas inicia con la producción de la resina o emulsión utilizada como producto semielaborado, este proceso se lleva a cabo en reactores cerrados, utilizando para ello aceites minerales, ácidos grasos, o alcoholes, en reactores con calentamiento indirecto. Estos reactores se ventean a través de un condensador a fin de que los compuestos vaporizados condensen y se reciclen nuevamente al reactor. Anteriormente la producción de resinas se realizaba por proceso abierto en recipientes llamados pailas.

b.1 Emulsiones vinílicas

La polimerización de la emulsión es una reacción heterogénea en la cual un monómero insaturado o solución de monómero es disperso en una fase continua con la ayuda de un sistema de emulsificación, la polimerización se lleva a cabo con un radical libre como iniciador. El producto resultante es una dispersión coloidal del polímero o solución de polímero.¹⁰

Los monómeros polimerizados por el proceso de emulsión incluyen el estireno, butadieno, acrílicos, cloruro de vinilo, acetato de vinilo, acrilonitrilo, etileno. Para llevar a cabo la polimerización de una emulsión se requiere de una fase continua, generalmente agua; monómero; emulsificantes; estabilizadores; un iniciador; y otros aditivos como son soluciones amortiguadoras, etc.

La emulsión de la pintura vinílica se elabora de la siguiente manera:

La materia prima (acetato de vinilo) se envía al área de reactores a través de bombas con medidores de flujo de cierre automático.

Las unidades comerciales de polimerización, incluyen un tanque de emulsificación, un reactor y un recipiente de producto. Al tanque de preemulsión u ollas de solución se introduce agua desionizada que es la fase continua, el monómero, acetato de vinilo (líquido), el coloide protector, alcohol polivinílico (sólido) y el plastificante, dibutil ftalato. Una vez que la mezcla se ha homogeneizado, la solución se transfiere mediante una bomba al reactor donde se adiciona el peróxido de benzoilo mediante el sistema de dosificación, la temperatura del reactor se incrementa a través de vapor aproximadamente a 80-85 °C. El reactor cuenta con un agitador y un condensador para la recirculación de los vapores generados.

Estas unidades pueden ser operadas como un reactor batch o semi batch con adición de alguno de los compuestos para la pre-emulsión. El reactor es enchaquetado para evitar pérdidas de energía. Tales reactores son normalmente refractarios, con agitador de turbina, lo mismo se pueden instalar uno o más baffles.

El proceso de reacción puede ser acortado si se precalienta la carga inicial en el tanque de emulsificación o con intercambio de calor en la línea de alimentación. Después de iniciada la reacción, una corriente de agua de enfriamiento controla la reacción. El calor se controla parcialmente por medio del condensador, sin embargo, en varios sistemas la presión de vapor del monómero decrece con el tiempo de reacción generándose calor, lo cual puede causar un incremento de temperatura no deseado.

El producto de reacción se transfiere mediante una bomba al tanque de expansión, donde se tiene previamente el solvente (agua) y el resto del plastificante. Mediante una bomba el producto se transfiere pasando a través de un filtro a los tanques de almacenamiento temporal de la emulsión de polivinilo.

b.2 Emulsión acrílica

La base de la pintura acrílica se elabora de la siguiente manera:

Las materias primas (acetato de butilo y butil acrilato) se reciben a través de bombeo del área de recepción de solventes. Se vierte alcohol polivinílico y agua de acuerdo a la formulación en la olla de solución en la que se homogeneizan por medio de agitación. Después, la materia se translada al reactor donde se agregan el acetato de butilo, butil acrilato, alcohol polivinílico y los plastificantes y catalizadores requeridos, se agita y calienta, se corrobora la realización total de la reacción, se transfiere al tanque de dilución en el que previamente se ha colocado el solvente.

La emulsión se filtra y se envía a los tanques de almacenamiento temporal.

b.3 Resina Alquidática⁵

Este proceso se lleva a cabo por lotes en reactores cerrados.

El calentamiento puede efectuarse por varios métodos; el más usado es el método de calentamiento indirecto usando aceite caliente o vapor a alta temperatura (producida en el vaporizador circulando a través de una chaqueta).

Haciendo reaccionar un ácido graso $R\text{-COOH}$ sobre un alcohol $R\text{-OH}$ se forma un éster $R\text{-COOR}$ con formación y eliminación de una molécula de agua.

La materia prima (aceite de soya) y el catalizador (hidróxido de sodio) se pesan y se vierten en el reactor, se eleva la temperatura, el pentaeritritol se añade generalmente cuando los otros reactivos han alcanzado una temperatura de 170-200 °C, de otra forma tiende a quemarse en el fondo del reactor provocando el oscurecimiento de la resina. Se añade el catalizador NaOH, y se calienta a 240-260°C en la cual una corriente de CO_2 o N_2 se burbujea para prevenir el oscurecimiento y acelerar la esterificación removiendo el agua de reacción y otros volátiles. Durante la esterificación la acidez baja y la viscosidad sube. Se toman muestras para realizar la prueba de alcoholólisis (disolución completa de anhídrido ftálico en la muestra); si ésta resulta positiva, la solución se enfría, se agrega anhídrido ftálico y maléico, se eleva nuevamente la temperatura para alcanzar la polimerización, se ajusta a la viscosidad requerida. Cuando se tienen las constantes deseadas, la resina se enfría rápidamente; el enfriamiento rápido se obtiene haciendo circular agua fría (en la chaqueta del reactor), se cierran las válvulas del vapor y de condensado, se abren las válvulas del refrigerante y se pone en recirculación. Finalmente, una vez aprobada, pasa a los tanques de dilución, que deberán contener previamente una cantidad en volumen similar de solvente (gas nafta). La solución es filtrada por medio de una centrífuga y almacenada o enviada a las áreas de proceso.

El exceso de pentaeritritol o anhídrido ftálico reducen la velocidad de la polimerización alquidática.

c. Proceso General en la Fabricación de Pinturas

c.1 Mazclados de pastas

Al vehículo, se le adicionan cargas y pigmentos, pero para mantener más fácilmente al pigmento en suspensión es necesaria la presencia de materiales aditivos, mezclados consistentemente; para ésto se realiza un premezclado mediante un equipo dispersor, mismo que generalmente tiene espas o hélices accionados con motor eléctrico, para el mezclado de polvos solubles. Los equipos Kady o dispersores de alta velocidad permiten realizar las operaciones de pulverización y mezclado en una sola etapa.

Los diferentes equipos requieren relaciones completamente diferentes del pigmento, sólidos de vehículos y compuestos volátiles, para la máxima eficiencia de dispersión. Estas dispersiones de pigmento se llaman también bases de molienda, pastas de pigmento o con frecuencia, únicamente bases u pastas. El contenido del pigmento es el mayor posible, conforme a la buena eficiencia de dispersión en cada tipo de equipo mezclador empleado y a las características del sistema pigmento-vehículo. Un elevado contenido de pigmento permite mayor flexibilidad de formulación cuando se utilizan bases de molienda en los recubrimientos de superficies.

Los tipos corrientes de mezcladores de pastas en las plantas de pinturas son fijos, denominados también mezcladores principales o dobles, y el auxiliar también llamado mezclador de recipiente cambiante. Los mezcladores fijos tienen una capacidad que varía de 200 a 800 litros y se utilizan normalmente por parejas. La mezcla se produce mediante un pesado brazo motor en forma de S que raspa el fondo del mezclador. Una serie de hojas verticales montadas sobre el brazo giran entre las hojas fijas soportadas desde arriba. El mezclador auxiliar se emplea para la producción que requiere frecuentes cambios de color o cuando no se desea o no se puede aplicar la alimentación por gravedad. Esta máquina tiene una capacidad que varía de 40 a 400 litros. Es rápida eficiente y relativamente fácil de limpiar cuando se cambia de color. Los mezcladores auxiliares están proyectados con una placa giratoria que gira en un tanque recambiable. Extendiéndose desde arriba hay una serie de placas que giran en sentido inverso a la rotación de la cuba. Esto proporciona un amasado perfecto del contenido y reduce el tiempo del ciclo por debajo de los mezcladores fijos. Tan pronto como se mezcla una carga, se separa la cuba normalmente por medios mecánicos y la próxima cuba se coloca en las palas giratorias para otra carga. De esta manera un mezclador auxiliar puede funcionar con sólo pequeñas interrupciones para cambiar las cargas y efectuar la limpieza.

c.2 Molienda

Después de un tiempo conveniente de mezclado se añade el resto de vehículo y cuando la homogeneización es suficiente la pasta está lista para la molienda definitiva.

La molienda es la incorporación del pigmento en el vehículo para producir una dispersión de partículas finas. Este proceso ocurre en tres etapas (humectación, la pulverización propiamente dicha y dispersión) las cuales pueden ocurrir simultáneamente en cualquier operación de molienda.

El proceso de humectación inicia, cuando el pigmento es adicionado a un vehículo líquido. Para humectar las partículas del pigmento, el agente humectante, normalmente un tensoactivo, debe desplazar todos los contaminantes (aire, polvo y gases) que se encuentren adsorbidos en la superficie de las partículas del pigmento.

La pulverización propiamente dicha es el rompimiento y separación mecánica de las partículas de pigmento agrupadas, en partículas más pequeñas y aisladas que permitan la permanencia del estado coloidal.

La dispersión es el movimiento de las partículas humectadas dentro del cuerpo del vehículo líquido, para producir una separación permanente de partículas. El grado de dispersión realizada determina la efectividad y permanencia del revestimiento de pintura.

El proceso de molienda se realiza en varios tipos de molinos, según el tipo de pigmento empleado y éstos son:

- **Molino de rodillo**
 - molinos de cinco rodillos.
 - molinos de tres rodillos
 - molinos de dos rodillos
- **Molinos de bolas**
- **Molinos de gujarros**
- **Molinos de piedras de gran velocidad**
- **Molinos amasadores (Bambury y Baker-Perkins)**
- **Molinos cinéticos (kady)**
- **Molinos de arena**
- **Molino Moorehouse**

Las especificaciones finales del producto se logran en el paso de terminación del producto, mismo que también ocurre en etapas: dilución o amoliado, teñido, entintado o matizado y mezclado; con la primera el producto se complementa o diluye con más vehículo, y con la segunda se ajusta el color al estándar deseado, agregando las tintas necesarias. Finalmente una vez realizadas las adiciones necesarias se mezclan perfectamente para lograr un producto uniforme.

El paso final en la fabricación de una pintura es el envasado. Después de que el material ha sido matizado, se transfiere de los tanques de matizado a los envases para embarque de producto. El paso de transferencia involucra la filtración del producto.

c.3 Dilución

El proceso de molienda va seguido de un proceso de dilución, llamado también de reducción. Las bases de molienda tienen una gran concentración, que se reduce por la adición de un vehículo de dilución de resinas, aceites y solventes. La operación es fundamentalmente un mezclado producido por paletas móviles, propulsores o turbinas. Las cargas pequeñas de hasta 400 litros, se reducen en tanques portátiles, colocados debajo de las paletas mezcladoras, que se construyen de tal modo que las hojas de las paletas se puedan subir y bajar para permitir el cambio del tanque portátil. Los tanques mayores se reducen en equipos con paletas mecánicas, en algunos casos, alabes de turbinas o propulsores. Las paletas mecánicas son más seguras en los fluidos espesos, mientras que los alabes de turbinas y los propulsores se pueden utilizar en productos de menor viscosidad. Los tanques fijos están mejor situados en la zona del suelo que está debajo de la sala de molienda para facilitar una eficiencia y manipulación de las bases de molienda. Se debe tener el máximo cuidado de añadir los vehículos y los solventes en el orden conveniente y bajo agitación para evitar la separación de los ingredientes sólo parcialmente compatibles. Este es un requisito especial cuando se van a reducir esmaltes y lacas sintéticas.

c.5 Teñido o matizado

Casi todas las cargas de pinturas necesitan algún tintado o igualación de color. Aun los blancos también se tiñen puesto, que existen muchos matices de blancos. La igualación del color la hace el mismo equipo utilizando en la reducción, con el mismo sistema de agitación para mezclar los colores de teñido. Este proceso debe de ser realizado por operadores muy experimentados que comprendan perfectamente los fundamentos de la igualación de color. El operario teñidor debe también conocer las limitaciones de sus colores de teñido para mantener la inalterabilidad y la duración del color al exponerlo a la luz.

El departamento de teñido debe estar situado en una zona de la fábrica bien provista de luz natural. Se debe evitar en todo lo posible la luz del sol directa. La mayoría de las fábricas suplementan su iluminación natural con lámparas llamadas de luz diurna, para la igualación del color en los días nublados.

c.6 Tamizado o filtración

Los procesos de tamizado que se utilizan con más frecuencia están basados en la fabricación o en la rotación de los tamices de la malla deseada. Algunos fabricantes utilizan también estopilla de algodón, muselina y fieltro para el tamizado de distintos grados de pintura. La centrifugación y el filtrado a través de filtros prensa tipo cápsula como el cunco, se emplean también.

c.7 Carga o envasado

El paso final en la fabricación de una pintura es el envasado. Después de que el material ha sido terminado, se transfiere de los tanques de ampliado a los envases para embarque de producto. El paso de transferencia involucra la filtración del producto.

El envasado se realizará con un sistema automatizado.

La cantidad de carga no puede determinarse realmente en litros debido a que los recipientes utilizados en las máquinas automáticas varían de 125 cm³ a 19 litros y hasta tambores de 200 litros. Se necesitan considerar las unidades, que se manejan para poder llegar a un punto de equilibrio. Sin embargo el equipo de envasado automático se usa en todas las fábricas que manejan cualquier cantidad importante de pintura y produce buenos ahorros en el costo de explotación.

Hay dos tipos generales de máquinas de envasar. El tipo de desplazamiento emplea el émbolo que se ajusta para descargar un volumen dado. El tipo de gravedad es más simple pero no tan rápido, funciona con un contador de peso, que cierra automáticamente la válvula de descarga con el peso requerido.

c.8 Etiquetado

Para un máximo rendimiento es conveniente tener las máquinas de etiquetado a continuación de las máquinas de embalado en una línea directa. Las máquinas de etiquetado son eficientes aun

para cargas pequeñas, éstas deben estar ajustadas adecuadamente para proporcionar un envase más pulcro y presentable que el etiquetado a mano.

En algunas fábricas grandes y modernas de pintura las máquinas automáticas de embalar, encolar y precintar cajas de cartón están equipadas con potentes transportadores, para llevar el producto a los depósitos de almacenamiento.

c.9 Distribución

El producto final se envía al almacén de producto terminado, donde se ordenan de acuerdo al tipo de producto. El almacén debe contar con racks metálicos donde se colocan los productos en estibas con una altura máxima de 4.5 metros.

El producto es enviado a la empresa distribuidora a través de camiones de carga tipo trailers.

2. Procesos Particulares en la Fabricación de Pinturas

2.1 Pinturas base agua.*

El departamento solicita la materia prima al almacén quien se encarga del pesado y preparación de los lotes de acuerdo a la formulación del producto. Las materias que entrega el almacén son principalmente cargas y pigmentos.

Las materias tales como el dióxido de titanio, el carbonato de calcio, talcos, espesantes, dispersantes humectantes y biocidas, se mezclan con agitador de aspas o propelas. Una vez obtenida una pasta homogénea, pasa a los molinos para obtener el tamaño deseado de partícula.

Para la molienda de blancos, se pueden emplear molinos Freeman (de 2 piedras) y se utilizan dos molinos en serie para un mejor resultado. El uso del molino tipo Kady permite la realización del mezclado y molienda en forma simultánea. Se toma una muestra para su análisis en laboratorio, si el producto es aprobado, se bombea a tanques para realizar la etapa de ampliado que consiste en agregar la emulsión vinílica y otras materias para complementar el producto, con una agitación continua. En el caso de los colores blancos, terminada esta etapa, se toma una muestra para comprobar las propiedades finales del producto, y si son adecuadas se procederá a envasarlo.

Cuando se quiera elaborar una pintura de color diferente al blanco, las materias primas se solicitan al almacén, quien se encarga del pesado y preparación de lotes de acuerdo a la formulación del producto.

Con el uso de dispersores tipo Kady que cuentan con agitadores de alta velocidad se logra una pasta homogénea y a su vez el tamaño de partícula necesaria, la etapa de empastado y molienda se realiza en forma simultánea con este equipo (la mezcla de materia no incluye, en este caso el dióxido de titanio). Se toma una muestra para su análisis en laboratorio; si el producto es aprobado, pasa a los tanques de ampliado donde se le agrega la emulsión vinílica y otras materias para complementar el producto.

Se toma una muestra para comprobar las propiedades del producto, si son adecuadas se envía a los tanques de igualado donde se procederá a igualar y comparar el producto con un patrón

* Ver Figura 1 Diagrama de Flujo de la Producción de Pintura Base Agua

estipulado. Se toma una nueva muestra para revisar las propiedades finales del producto, finalmente se procede a envasar.

Para el envasado de pinturas vinílicas se debe contar con máquinas envasadoras para obtener productos de 200 o 19 litros, de un galón o de 1, 0.5 y 0.125 litros.

2.2 Pinturas base solvente.*

Elaboración de pinturas acrílicas, automotivas, lacas industriales, esmaltes. Para su fabricación, se utilizan emulsiones, resinas, aditivos y solventes.

Si el producto que se desea obtener es una laca, se emplea nitrocelulosa además de metil isobutil cetona como solvente; en la mayoría de los productos restantes, se emplea toluol como solvente.

Las materias primas (polvos, aditivos, cargas, etc), se mezclan en los tanques de agitación (mezclado o empastado), hasta obtener una pasta homogénea. La pasta se pasa a los molinos de arena o de bolas con objeto de reducir el tamaño de las partículas, según se requiera para el producto (molienda).

Una vez que se obtiene el tamaño de partícula deseado, la solución pasa a los tanques de ampliado en donde se adicionan aditivos y solventes tales como acetona, toluol y thinner, para complementar el producto.

Si el producto es un blanco, se toma una muestra para su análisis, si cumple las especificaciones de control de calidad, se envían para envasar.

Cuando el color del producto no es directo, se iguala con bases de entintado. Con el color aprobado por el laboratorio, se envía una muestra para su análisis a control de calidad. Si el producto es aceptado se manda a envasar.

Los lotes de un mismo producto pueden ser de 200 y hasta 1800 litros. Los recipientes de envasado pueden ser de 200 o 19 litros, 1 galón, 1, 0.5 y 0.125 litros. Para envasar el producto terminado se debe contar con envasadoras, ya sea neumáticas, eléctricas o neumática-eléctricas.

* Ver Figura 2 Diagrama de Flujo de la Producción de Pintura Base Solvente

2.3 Aerosoles

Los aerosoles son esmaltes acrílicos y esmaltes fluorescentes en botes de aerosol. La materia prima es el esmalte o pintura base solvente.

- Esmaltes acrílicos

Para los aerosoles de esmaltes acrílicos, se solicita la pintura y se procede a ajustar la viscosidad agregando solventes tales como la acetona, el toluol, plurasol y aromina; se agita la solución. Es necesario reducir la viscosidad de los esmaltes para poder envasarlos como aerosoles. El esmalte se envía a las máquinas envasadoras.

Para el envasado, se prepara el recipiente, se le agrega un agitador en su interior, se le agrega la pintura, se coloca la válvula al recipiente y se sella la válvula. Posteriormente se le inyecta gas butano, (43 lb/pulg² de presión), esto permite expandir la pintura al aplicarla, luego se inyecta gas propano a alta presión (110 lb/pulg²) el cual sirve para impulsar la pintura fuera del recipiente al aplicarse.

El recipiente pasa por baño maría con objeto de detectar posibles fugas y evitar que el producto pueda gelarse. Finalmente, los botes se empaquetan y se sellan en cajas.

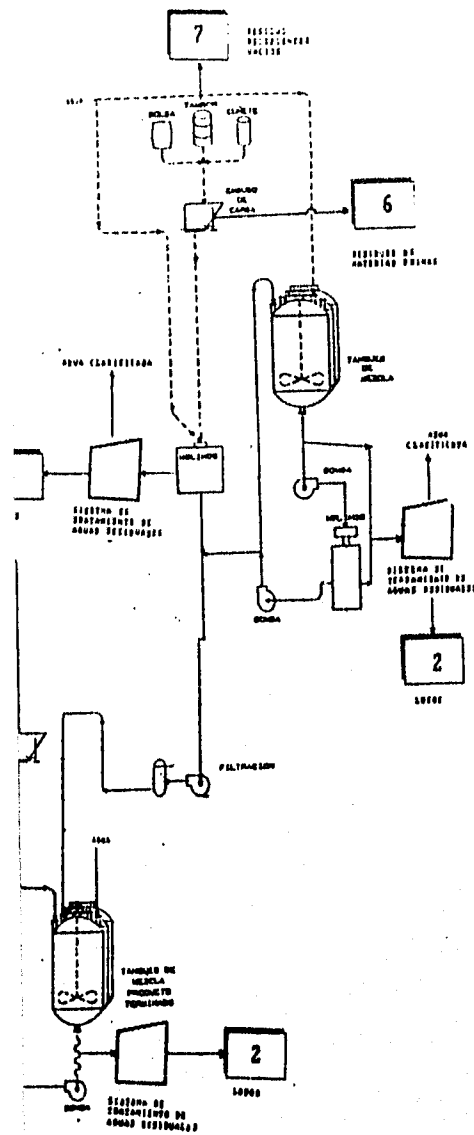
- Esmaltes fluorescentes

Para los aerosoles de esmaltes fluorescentes, se solicita la pintura y se procede a ajustar la viscosidad agregando aromina 100 como solvente, se agita la solución. Para el envasado se lleva a cabo el mismo procedimiento que para los esmaltes acrílicos.

2.3 Almacén de productos terminados

Los productos se almacenan en estibas de hasta 3 tarimas, en estructuras metálicas. Cada tarima puede contener 48 piezas de 19 litros o 216 piezas de un galón. Las pinturas se ordenan por una numeración, misma que identifica un color y una línea. Las pinturas vinílicas se encuentran agrupadas en una sección y las pinturas de esmalte en otra diferente. La altura máxima de estibado es de 5 metros.

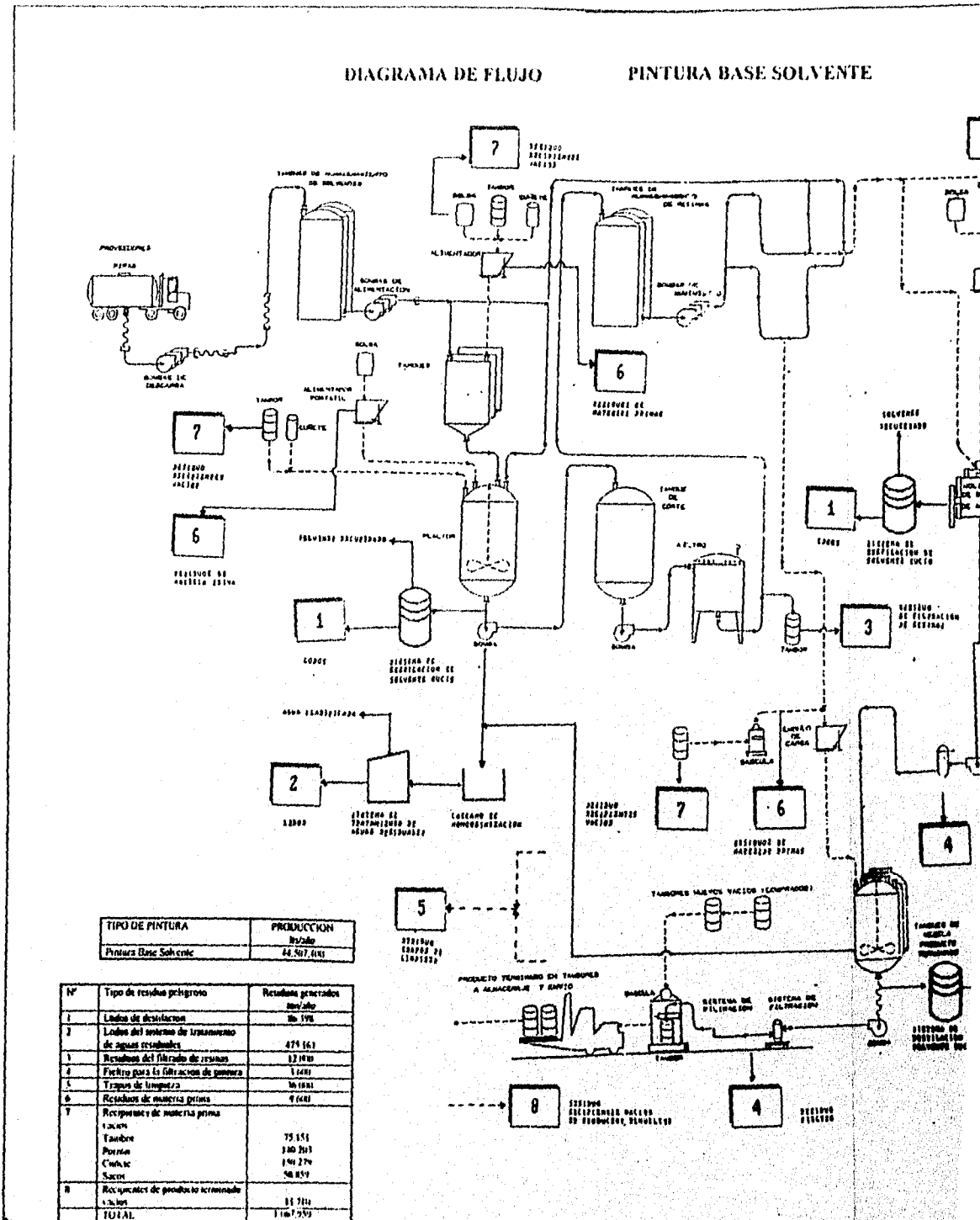
ASE AGUA



ENERO 1976	FALLA FAD DE (M. J. M. A. L. N. A. N.)		
FUENTE ORIGINAL ANAPAYT	INSENO ALR	REVISO ILR-LSM	APROBADO ILR-LSM
Plan para el manejo de residuos sólidos poligraicos en una fábrica de pinturas			
INGENIERIA DE FLUIDOS DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA BASE AGUA			

DIAGRAMA DE FLUJO

PINTURA BASE SOLVENTE

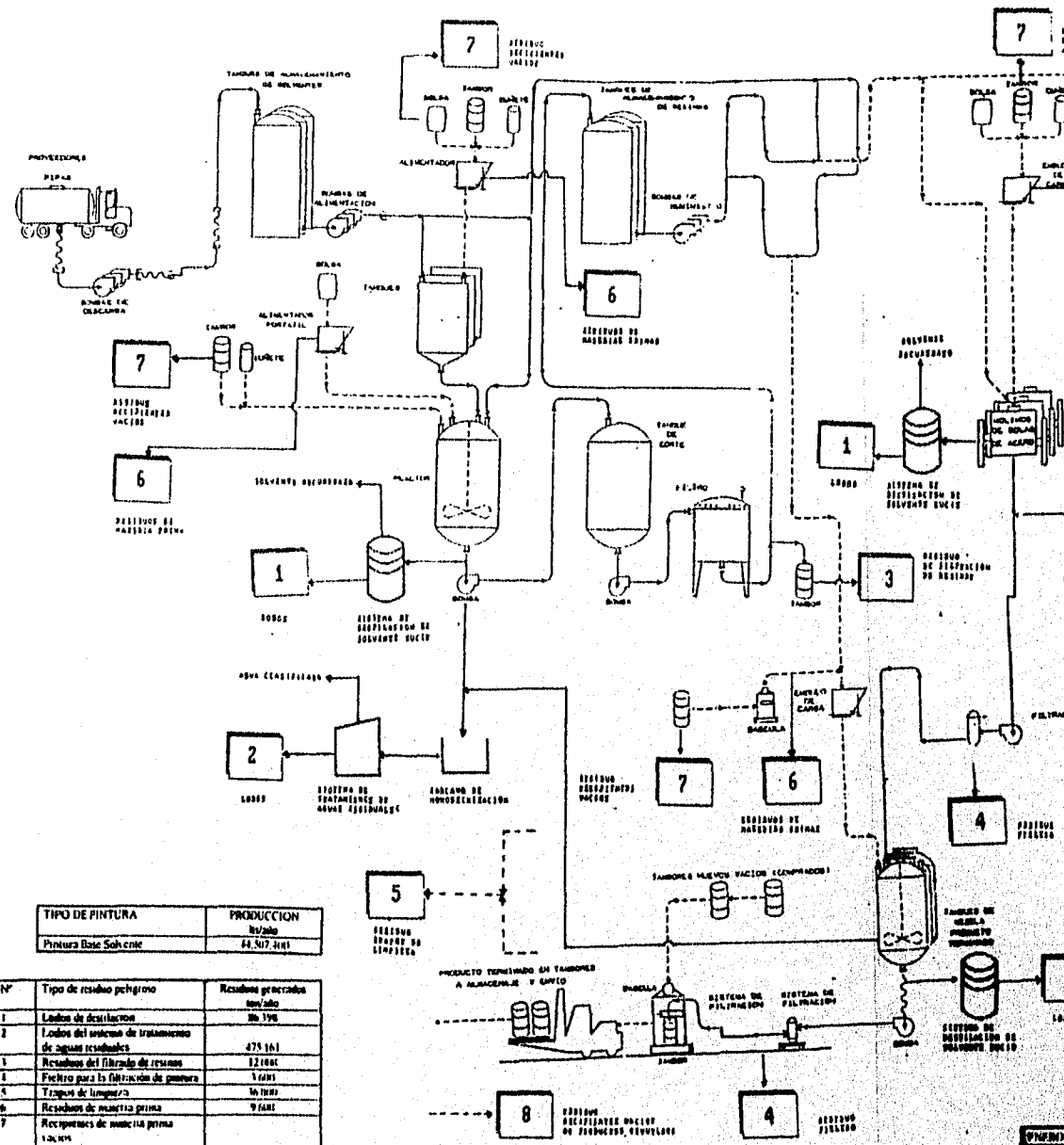


TIPO DE PINTURA	PRODUCCION
Pintura Base Solvente	Res/ día 44.507,04t

Nº	Tipo de residuo peligroso	Retención prioritaria Res/ año
1	Líquido de destilación	No. 198
2	Líquido del sistema de tratamiento de aguas residuales	479.161
3	Residuos del filtrado de resinas	12.193
4	Filtro para la filtración de goma	1.041
5	Tropas de limpieza	16.081
6	Residuos de muestra prima	9.041
7	Recipientes de materia prima	
	Tanque	75.151
	Purific	180.211
	Cinta de	190.279
	Saco	58.859
8	Recipientes de producto terminado	
	Res/ día	61.711
	TOTAL	1.161.959

DIAGRAMA DE FLUJO

PINTURA BASE SOLVENTE



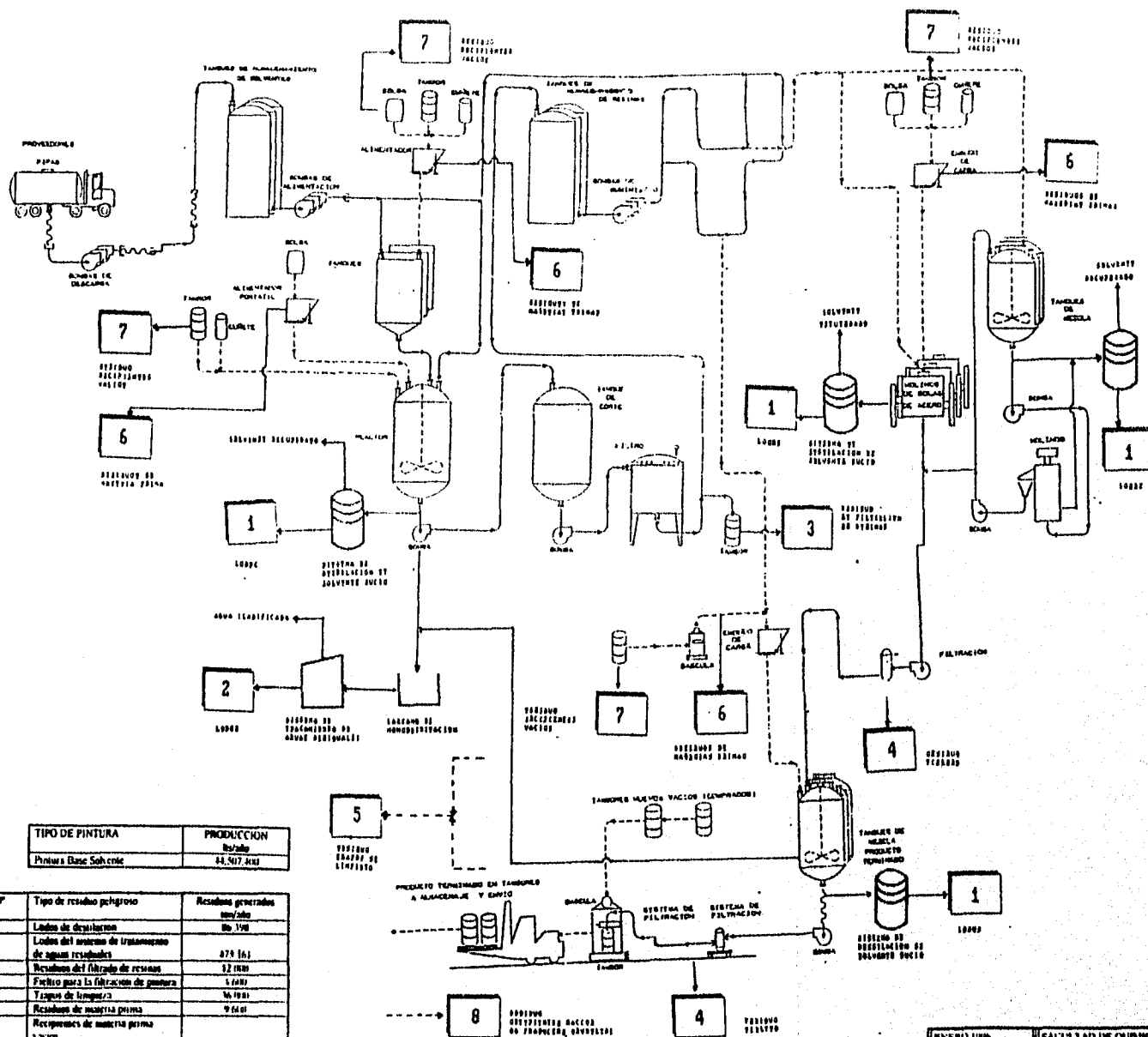
TIPO DE PINTURA	PRODUCCION
Pintura Base Solvente	44,507.200

Nº	Tipo de residuo peligroso	Residuos generados (ton/año)
1	Lodos de decantación	20.390
2	Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales	475.161
3	Residuos del filtrado de resinas	12.000
4	Filtro para la filtración de pintura	3.000
5	Trapos de limpieza	10.000
6	Residuos de muestra prima	9.000
7	Recipientes de muestra prima vacíos	75.000
8	Recipientes de producto terminado vacíos	11.000
	TOTAL	1.067.950

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS
 Fuente: ANAPAP
 Para más información
 contactar a
 CHATELAIN
 PINTURA

DIAGRAMA DE FLUJO

PINTURA BASE SOLVENTE



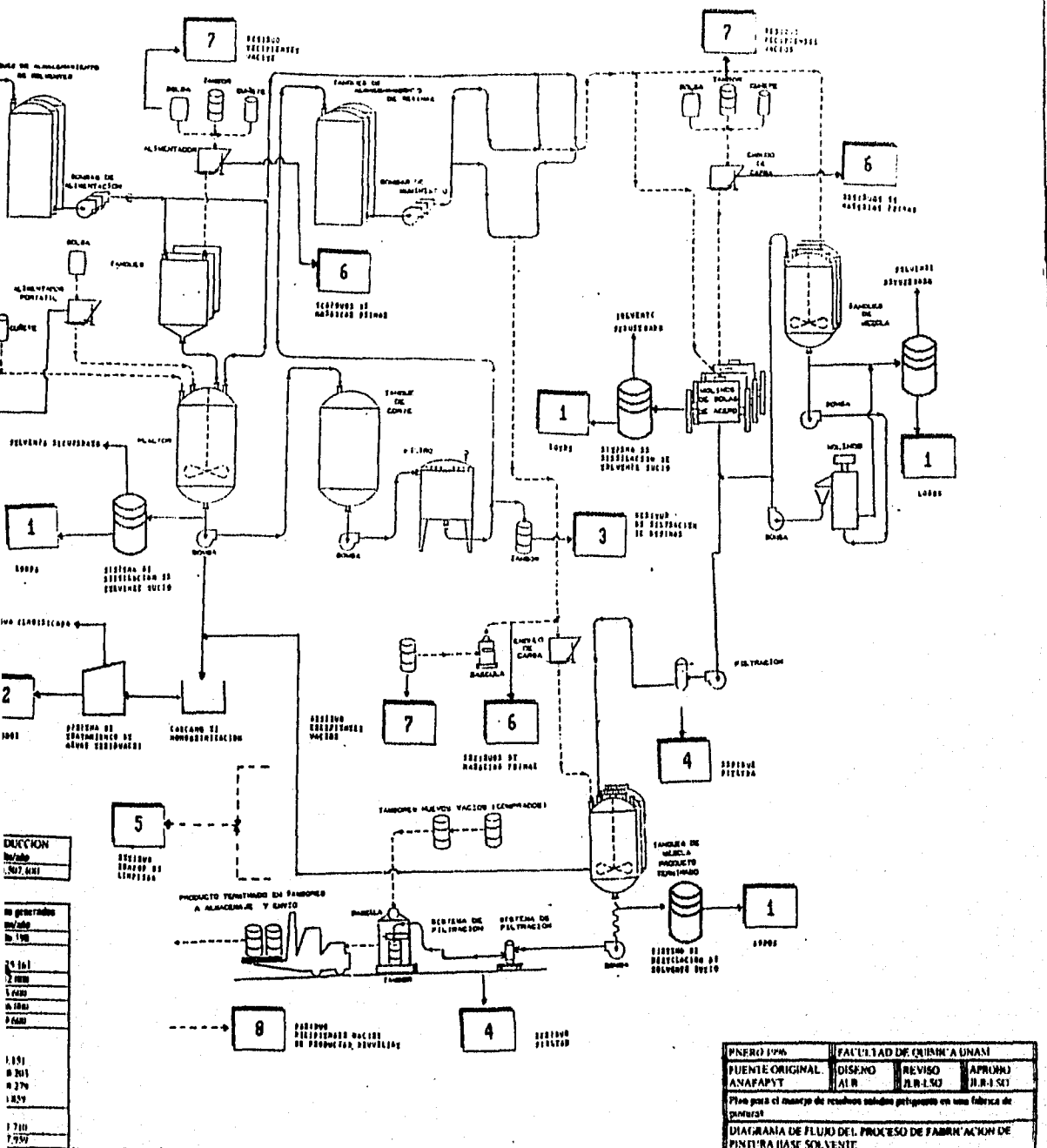
TIPO DE PINTURA	PRODUCCION
Pintura Base Solvente	84,507,303

Nº	Tipo de residuo peligroso	Residuos generados (ton/año)
1	Lodos de decantación	20,158
2	Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales	278,161
3	Residuos del filtrado de resinas	22,620
4	Filtrado para la fabricación de pintura	1,240
5	Tanque de limpieza	34,781
6	Residuos de muestra prima	9,640
7	Residuos de muestra prima	
	Tanque	75,151
	Pozos	140,263
	Cañales	190,279
	Sacos	50,859
8	Residuos de producto terminado	
	Lagos	11,710
	TOTAL	1,167,939

FABRICADORA DE QUIMICA LINAS	
FUENTE ORIGINAL: ANAPAPYT	DISEÑO: A.I.R.
REVISO: R.R.-L.S.G.	APROBADO: M.B.-L.S.G.
Plan para el manejo de residuos sólidos peligrosos en una fábrica de pintura	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA BASE SOLVENTE	

DIAGRAMA DE FLUJO

PINTURA BASE SOLVENTE



<p>DIRECCION Ing. Juan 1.507.000</p> <p>INSTRUMENTOS No. 100</p> <p>25.161 2.000 1.000 0.500 0.200</p> <p>1.151 0.201 0.270 1.020</p> <p>1.710 7.950</p>

FABRICA DE QUIMICA UNAM	
FUENTE ORIGINAL: ANAFAPYT	DISEÑO: ALB
REVISO: J.R.-L.S.O.	APROBADO: J.R.-L.S.O.
Plan para el manejo de residuos sólidos peligrosos en una fábrica de pinturas	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA BASE SOLVENTE.	

3. Residuos Sólidos Peligrosos

3.1 Identificación de Residuos Peligrosos

Conforme lo que establece el artículo 6º del Reglamento en Materia de Residuos Peligroso, el generador de residuos (la empresa) es responsable de determinar si éste es peligroso.

Para la identificación de los residuos peligrosos dentro de una industria, se debe emplear una metodología que incluya primero, la aplicación de la normatividad vigente. La identificación de los residuos peligrosos se debe realizar conforme a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL/1993, que establece las características de los residuos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.¹²

Un residuo se considera como peligroso cuando tiene cualquiera de las siguientes características:

- Los residuos clasificados en las Tablas 1, 2, 3 y 4 de la norma NOM-052-ECOL/93
- Los residuos que presenten una o más de las características CRETIB.

Código CRETIB

Para la clasificación de las características de peligrosidad de los residuos, se utiliza el Código CRETIB que es la composición de las iniciales de:

- Corrosivo
- Ractivo
- Explosivo
- Tóxico
- Inflamable
- Biológico infeccioso

Para determinar si un residuo cuenta con alguna característica CRETIB, debe realizarse un análisis conforme a lo señalado en la norma NOM-053-ECOL/93.¹³

3.2 Residuos Peligrosos en la Industria de la Pintura

a. Identificación por listado en norma

Para la determinación de los residuos sólidos peligrosos en la fabricación de pinturas, se definen los residuos sólidos que se generan en la planta conforme a lo establecido del punto 11.2 Anexo 2. Tabla 1 clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso, producción de pinturas:

- Agentes limpiadores y lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pinturas base solvente (RP11.1/01)
- Residuos de materias primas en la producción de pinturas enlistadas en el Anexo 4. Tabla 3 Clasificación de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas (RP11.2/02).
- Bolsas y envases de materia prima enlistadas en el Anexo 4, Tabla 4 (RP11.2/03)
- Lodos provenientes de la producción (RP11.2/04)
- Agentes limpiadores y lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pinturas base agua (RP11.2/05)

Los residuos generados en la planta de pinturas se comparan con los señalados en las tablas 3 y 4 que contienen la clasificación de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas y la clasificación de residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas respectivamente

b. Identificación por características CRETIB

Los residuos se consideran como peligrosos si presentan una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o ser biológicamente infeccioso, atendiendo a los siguientes criterios:

- Corrosividad

Un residuo se considera peligrosos por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0 o mayor a 12.5
- En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020), a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año

- Reactividad

Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Bajo condiciones normales (25°C y 1 atm), se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
- En condiciones normales (25°C y 1 atm) cuando se pone en contacto con agua en relación residuo-agua de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases vapores o humos.
- Bajo condiciones normales cuando se pone 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.
- Posee en su constitución cianuros o 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 H₂S/kg de residuo.
- Es capaz de producir radicales libres.

- Explosividad

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenzeno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y a 1.03 kg/cm² de presión.

- Toxicidad al ambiente

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando presenta la siguiente propiedad:

- Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-ECOL/1994, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las Tablas 5, 6 y 7 (anexo 5) de la norma NOM-052-ECOL/1994, en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas

- Inflamabilidad

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C.
- No es un líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25 °C y a 1.03 kg/cm²).
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
- Características biológico infecciosas

Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a otros seres vivos.

La mezcla de un residuo peligroso conforme a esta norma con un residuo no peligroso será considerada como un residuo peligroso.

3.3 Manejo de Residuos Peligrosos

Los residuos que hayan sido identificados como residuos peligrosos y los que tengan las características de peligrosidad conforme a la norma NOM-052-ECOL/1994, deberán ser manejados de acuerdo a lo previsto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables.

3.4 Producción de Pintura

Conforme a la estimación del mercado mexicano de pinturas y recubrimientos de la Estadística 1994 de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas (ANAFAPYT), se tienen los siguientes datos de ventas de pinturas y recubrimientos en la República Mexicana:

Tabla 3

Tipos	Ventas en Litros	Ventas en Pesos
Emulsionadas	163,437,000	882,560,100
Esmaltes	64,557,000	566,427,000
Industrial	30,898,000	345,196,000
Automotriz	34,159,000	586,631,000
Productos para madera	16,250,000	129,426,000
Aerosoles	2,494,000	43,295,000
TOTAL	311,795,000	2,553,535,000

La pintura emulsionada comprende la elaborada en base agua tal como la pintura vinílica, la acrílica, la vinil-acrílica, etc.

Los esmaltes domésticos son los alquidálicos y oleoresinosos entre otros. La pintura industrial incluye la pintura para mantenimiento industrial, mantenimiento marino, para electrodomésticos, recubrimientos sanitarios (can coatings), acabados para fabricaciones metálicas, pintura para rollos metálicos (coil coatings), y los recubrimientos industrial miscelaneos (incluida la pintura para tráfico).

La pintura automotriz incluye la original primaria y de acabados y la de repintado automotriz primaria y de acabados. Los productos para madera incluyen los tapaporos, tintas, selladores, lacas de nitrocelulosa, poliuretanos y poliésteres).

3.5 Base de Referencia

Como base del presente Plan se tomó en consideración a una fábrica de pinturas que genera el 30% de la producción total de los recubrimientos antes mencionados, debido a que este porcentaje lo puede representar por sí misma la planta industrial de mayor capacidad de producción de pinturas y recubrimientos en México y se puede tomar como referencia para fábricas menores, utilizando el Plan en forma proporcional a la producción que se maneje.

Por lo anterior se tendrá la siguiente producción propuesta para la fábrica a la cual se le elaborará el Plan:

Tabla 4

Tipos de Pinturas o Recubrimientos	Producción litros/año	Ventas Pesos/año
Emulsionadas	49,031,100	264,768,000
Esmaltes	19,387,100	169,928,100
Industrial	9,269,400	103,556,800

Tipos de Pinturas o Recubrimientos	Producción litros/año	Ventas Pesos/año
Automotriz	10,247,700	175,989,300
Productos para madera	4,875,000	38,827,800
Aerosoles	748,200	12,988,500
TOTAL	93,538,500	766,060,500

La producción de base propuesta no incluye:

- Solventes
- Pinturas en polvo doméstica o industrial
- Recubrimientos litográficos
- Resanador automotriz
- Pintura para artistas y artes manuales
- Barnices y pinturas especiales

3.6 Coeficientes técnicos de generación de residuos peligrosos

Con objeto de estimar el volumen de residuos sólidos peligrosos generados durante los procesos productivos de elaboración de pinturas, se cuenta con los siguientes coeficientes técnicos de generación que se muestran en la Tabla 5

Tabla 5

Tipo de Residuos Peligrosos	Coefficiente técnico para pinturas emulsionadas (kg de residuo/m3 producto)	Coefficiente técnico para pinturas base solvente (kg residuo/m3 producto)
Lodos de destilación	0	1.9412
Lodos de aguas residuales	11.8450	10.6760
Residuos de resinas	0	0.2696
Filtros de pintura	0	0.0808
Trapos industriales	0	0.8088
Residuos materia prima	0.0489	0.2157
Recipientes materia prima		
Tambor	0.3831	1.6885
Porrón	0.5719	3.1501
Cuñete	0.8121	3.5787
Sacos	0.3001	1.3224
Recipientes productos devueltos	0	0.2631

Con estos coeficientes y con la capacidad de producción de la planta de estudio, se estimó el costo del manejo de los residuos generados, a través de los siguientes Capítulos.

3.7 Residuos Sólidos Peligrosos Generados en la Fabricación de Pinturas *

A continuación, en la Tabla 6, se presenta la generación de residuos peligrosos calculados mediante la producción propuesta y los coeficientes técnicos señalados en la Tabla 5.

Tabla 6

Nº	Tipo de Residuos Peligrosos	Residuo generado por la producción de pinturas emulsionadas (kg)	Residuo generado por la producción de pinturas base solvente (kg)	Total del residuo generado (kg)
1	Lodos de destilación	0	86398	86398
2	Lodos de aguas residuales	580,773	475,161	1055934
3	Residuos de resinas	0	12000	12000
4	Filtros de pintura	0	3600	3600
5	Trapos industriales	0	36000	36000
6	Residuos materia prima	2400	9600	12000
7	Recipientes materia prima			
	Tambor	18788	75151	93939
	Porrón	28041	140203	168244
	Cuñete	39820	159279	199099
	Sacos	14715	58857	73572
8	Recipientes productos devueltos	0	11710	11710
	TOTAL	684,473	1,067,959	1,752,532

* Ver Figuras 1 y 2 Diagramas de Flujo de la Producción de Pinturas Base Agua y Base Solvente

3.7.1 Lodos de la destilación del solvente sucio.

En la planta de fabricación de pinturas se debe contar con un equipo de destilación de solvente. El solvente, tipo thinner principalmente, se utiliza para la limpieza de los equipos dispersores, molinos u recipientes y tanques, cuando se utilizan en la producción de una pintura diferente a la elaborada previamente. Los solventes se pueden utilizar también en la limpieza de equipo mecánico durante el mantenimiento preventivo o correctivo de las unidades.

El solvente sucio contendrá entonces resinas, pigmentos, hules, aceites y grasas entre otras impurezas. La destilación consiste en un tratamiento con una solución alcalina y agitación en un tanque de manera que separen parte de las impurezas en la fase más pesada. La fase ligera se envía al sistema de destilación que puede ser tipo batch con calentamiento por medio de vapor y con reflujo con condensador.

Se estima una recuperación del 90% del solvente para ser reutilizado, mientras que se generan lodos de destilación con un alto contenido de materiales inflamables e impurezas orgánicas e inorgánicas en un 10% del volumen inicial.

Se generarán 432 tambores/año, 86,396 kg/año.

3.7.2 Lodos de tratamiento de las agua residuales industriales.

Tratamiento de aguas residuales de proceso

La fábrica debe contar con sistemas de drenajes industriales separados del sistema de drenaje de servicios sanitarios. Las aguas industriales colectadas a través del sistema de drenaje respectivo se envían un cárcamo de homogenización.

El agua se bombeada del cárcamo a un tanque de sedimentación de acero al carbón de 100,000 litros de capacidad. En este tanque permanece por espacio de 2 horas, para permitir separar los sólidos no disueltos que sedimentan en la parte inferior del tanque. A través de un sistema de purgas se recogen los sólidos sedimentables y se envían por bombeo a la cisterna de lodos.

El agua residual restante es un líquido emulsionado que contiene resinas alquídicas, vinílicas y acrílicas, así como sales y sólidos disueltos; su tratamiento puede consistir en lo siguiente:

Tratamiento Químico: Consiste en la adición de ácido sulfúrico, cal viva, la sustancia conocida como polielectrolito y cloruro de hierro, la cantidad y forma de adición se realiza de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de jarras, la cual se lleva a cabo tomando varias muestras del agua y tratándola de manera diferente con las sustancias mencionadas para definir el mejor procedimiento para la floculación de sólidos.

La selección y dificultad del tratamiento depende de la calidad del agua que se quiera tratar. Una vez aplicado el tratamiento, deberá resultar agua clarificada y lodos de residuo que se separan. Los lodos son bombeados a la cisterna correspondiente.

Se generarán aproximadamente 1,055,934 kg/año, 5,280 tambores/año aproximadamente.

3.7.3. Residuos de la filtración de resinas.

En la fabricación de resinas se realiza una filtración de este producto semielaborado mediante un sistema de centrifugado el cual permite eliminar los residuos sólidos o lodos presentes tales como son hules o productos polimerizados fuera de especificación. Estos residuos se generan por las características propias del proceso y también por el manejo de las condiciones de operación.

Los residuos de la filtración presentan en su composición sustancias orgánicas e inflamables que lo definen como peligroso.

Se estima una generación aproximada de 12,000 kg/año, 60 tambores de 200 kg.

3.7.4 Filtros para la filtración de la pintura.

Una vez que se ha elaborado la pintura base solvente y previo a su envasado, se realiza el filtrado del producto mediante un filtro de fieltro por el que se hace pasar la pintura. El fieltro retiene algunas impurezas sólidas como pueden ser materiales particulados no integrados en la mezcla.

El fieltro es impregnado de pintura que contiene solvente con lo que va a presentar características de riesgo por inflamabilidad.

Se estima una generación de 3,600 kg/año, 36 tambores de 100 kg.

3.7.5 Trapos industriales.

En la producción de las pinturas, se utilizan trapos y estopas para realizar la limpieza de líquidos derramados o bien de equipos o recipientes impregnados de materias primas o productos terminados.

En el caso de la fábrica de pinturas, los trapos sirven para limpiar solventes o pintura derramados, limpiar en algunos casos dispersores, molinos, reactores, tanques y recipientes diversos. Sirven también para la limpieza de recipientes o equipos cuando se lleva a cabo mantenimiento preventivo o correctivo.

Los trapos generalmente impregnados de solventes, resinas y grasas presentan características de riesgo por inflamabilidad e incluso toxicidad.

Se estima una generación de 36,000 kg/año, 900 tambores de 40 kg cada uno.

3.7.6 Residuos de materias primas

Los residuos de materias primas definidas por la Tabla 3 del Anexo 4 de la norma correspondiente son señalados como peligrosos.

En una fábrica de pinturas en algunas ocasiones algún material debe ser desechado debido a que sus características no cumplen con las condiciones de calidad necesarias, ya sea de origen, por el tiempo que llevan almacenadas o por contaminación con algún otro material. A su vez, algunas materias no peligrosas pueden llegar a serlo debido a que son contaminadas por materiales que si lo son.

Por otra parte, el material puede contaminarse al ser derramado durante el almacenamiento o durante la adición al proceso productivo. En estos casos, se debe disponer el material como residuo peligroso.

Se estima un promedio de generación de 12,000 kg/año de residuos de materias primas, para 60 tambores de 200 kg c/u.

3.7.7 Envases

Algunos envases vacíos de las materias primas que se utilizan en la fabricación de pintura, son catalogados como residuos peligrosos, por el hecho de haber contenido algunos materiales también peligrosos, conforme se establece en el Anexo 4, Tabla 4 de la norma.

Para la fábrica base del presente Plan se han identificado algunos recipientes vacíos señalados en la Tabla de referencia. Otros materiales en cambio no registran la generación de este tipo de envases vacíos debido principalmente a que se almacenan y manejan en tanques de almacenamiento atmosférico, o bien no se utilizan como materia prima.

Los recipientes que han sido identificados como residuos peligrosos, son los que se mencionan en la Tabla 8 de este trabajo.

Tabla 8

Nombre materia prima	Tipo de envase	Clave Cretib	Clave residuo
Acido sulfúrico	Porrón de plástico de 35 lts	T	RPE1.1/08
Urea formaldehído	Tambor metálico 200 kg.	I	RPE.1/07
Amoniaco	Porrón de plástico de 50 kg.	T	RPE.2.1/10
Peróxido de metil etil cetona	Porrón de plástico de 25 kg	TR	RPE.1.1/23
Ciclohexano	Tambor metálico de 200 lts.	I	REP.4.1/19
Dibutilamina	Tambor metálico de 200 lts	T	RPE2.1/12
Eter metílico del propilenglicol	Porrón de plástico de 50 kg	I	RPE.4.1/11
Oxido plumboso	Sacos de plástico de 50 kg.	T	RPE2.1/19

Nombre materia prima	Tipo de envase	Clave Cretib	Clave residuo (Tabla 4)
Acrilato de metilo	Tambor metálico de 200 kg	I	RPE1.1/14
Metil etil cetona	tambor metálico de 200 kg	I	RPE4.1/13
Metil etil cetoxima	Tambor metálico de 190 kg	I	RPE2.1/16
Oxido de plomo	Sacos de plástico de 50 kg	T	RPE2.1/20
Nitrilo de sodio	Sacos de plástico de 25 kg	R	RPE2.1/21
Octoato de cobalto	Tambor metálico de 200 kg	T	RPE2.1/07
Octoato de plomo	Tambor metálico de 200 kg	T	RPE2.1/08
Peróxido de benzoilo	Cuñete de plástico de 18 kg	RI	RPE1.1/20
Butil cellosolve	Porrón de plástico de 50 kg	TI	RPE4.1/08
Peróxido de dterbutilo	Porrón de plástico de 30 kg	T	RPE1.1/34
Pigmento de cromo	Saco de plástico de 25 kg	T	RPE2.1/34

Por otra parte, se han identificado envases vacíos que no están registrados en la Tabla 4 de la norma, pero que el residuo de la materia prima está registrada en la Tabla 3. El envase se encuentra impregnado del residuo y por lo tanto se identifican también como residuos peligrosos, mismos que se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 9

Nombre materia prima	Tipo de envase	Clave Cretib	Clave residuo (Tabla 3)
Acido oxálico	Bolsas de plástico de 35 kg	T	RPP1.1/08
Alcohol polivinílico	Bolsa de papel de 25 kg	I	RPP5.1/10
Alcohol etílico	Tambor metálico de 200 kg	I	RPP5.1/08
Cromato de plomo	Bolsa de papel de 25 kg	T	RPP3.1/06
Anhidrido ftálico	Bolsas de plástico de 25 kg	I	RPP1.1/09
Anhidrido maleico	Bolsas de plástico de 25 kg	I	RPP1.1/10
Azul ftalocianina	Bolsas de papel de 15 kg	T	RPP3.1/02
Azul ftalocianina	Cuñete de 45 kg	T	RPP3.1/02
Isopropanol	Porrón de plástico de 50 kg	I	RPP5.1/29
Nitrocelulosa	Cuñete o tambor metálico de 50 kg	R	RPP4.3/01
Nitropropano	Tambor metálico de 200 kg	I	RPP5.1/25
Resina alquídica	Tambor metálico de 200 kg	I	RPP4.2/01
Paraformaldehído	Bolsas de papel de 25 kg	TI	RPP2.1/09
Pentaeritrol	Bolsas de papel de 25 kg	I	RPP2.1/04

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Nombre materia prima	Tipo de envase	Clave Cretib	Clave residuo (Tabla 3)
Resina poliéster	Tambor metálico de 200 kg	T	RPP4.2/08
Silicón	Tambor metálico de 200 kg	R	RPP4.2/10
Trimetil propano	Bolsa de papel de 25 kg	I	RPP2.1/07

La generación de residuos responde a lo estimado por los coeficientes técnicos propuestos:

- Se estima una generación de 93,939 kg de tambor; asumiendo 20 kg/tambor dará 4,697 tambores/año aproximadamente.
- Una generación de 168,244 kg en porrones; asumiendo 5 kg/porrón, dará 33,649 porrones/año.
- Una generación de 199,099 kg en cuñetes, asumiendo 10 kg/cuñete, da como resultado 19,910 cuñetes/año.
- Una generación de 73,572 kg de bolsas; asumiendo 0.25 kg/bolsa, dará 294,288 bolsas/año.

3.8. Recipientes vacíos de productos rechazados

Algunos productos son rechazados por los clientes debido a que no presentan el grado de calidad requerido. Estos productos regresan a la fábrica y son abiertos y vaciados en recipientes mayores, analizados y vueltos a integrar en el proceso de producción, tomando las medidas pertinentes para mejorar la calidad del producto a los estándares deseados.

Los envases de estos productos quedan impregnados y algunos de ellos, los que contuvieron pintura base solvente, pueden ser considerados como residuos peligrosos toda vez que pueden presentar restos de materiales inflamables. Es importante tomar en cuenta que los recipientes que contuvieron productos emulsionados base agua no presentan características de riesgo. Se generan 11,710 kg/año, para 234 tambores de 50 kg c/u aproximadamente.

IV. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS EN UNA FABRICA DE PINTURAS

1. Técnicas de Minimización y Reuso de Residuos Peligrosos¹⁴

Las técnicas de minimización de residuos pueden ser definidas dentro de cuatro clasificaciones:

- Manejo de inventarios
- Modificación en los procesos de producción
- Reducción del volumen
- Recuperación y reuso

En la práctica, las técnicas de minimización de residuos son utilizadas comunmente en combinaciones con objeto de obtener la máxima minimización de residuos.

1.1 Manejo de inventarios

El control sobre los materiales utilizados es un mecanismo importante para reducir la generación de residuos. Al reducir la cantidad de materiales peligrosos utilizados en los procesos y la cantidad de exceso de materias primas en stock, se reduce significativamente la cantidad de residuos peligrosos generados. Esto puede se complementa con procedimientos de revisión y control de los materiales adquiridos.

El primer paso para establecer un programa de manejo de inventario consiste en desarrollar los procedimientos de revisión para todos los materiales adquiridos . Los procedimientos deben requerir que todos los materiales sean aprobados antes de ser adquiridos. En el proceso de aprobación, los materiales deben ser evaluados, primero para ver si contienen constituyentes peligrosos y si se cuenta con una alternativa de materiales sustitutos no peligrosos. Esta evaluación la deben realizar personas con conocimientos de química o por un comité multidisciplinario. La información sobre el material se obtiene mediante las hojas de datos de seguridad proporcionadas por el proveedor. Si no se tienen las hojas o éstas presentan información insuficiente, se debe contactar con el proveedor para solicitarle la información necesaria. El procedimiento establece que cualquier material que ha sido aprobado puede ser adquirido, mientras que para un nuevo material, se deberá primero realizar el proceso de aprobación.

Otro procedimiento de manejo de inventario para la reducción de residuos consiste en asegurar que se adquirirá solamente la cantidad necesaria de materiales. Esto requiere un estricto sistema de inventarios. En ocasiones, los materiales caducos o en exceso son simplemente dispuestos como residuos peligrosos. En algunos casos el costo de disposición de estos materiales excede el costo de compra de los mismos debido generalmente, a compras de gran magnitud. Con los procedimientos de compra se puede asegurar que se adquieran materiales solamente en cantidades básicas necesarias para un periodo específico de tiempo.

Los procedimientos de revisión se aplican también durante el desarrollo de nuevos productos. Antes de producir un nuevo producto, se realiza la evaluación de los materiales y los procesos utilizados para fabricar el producto. El empleo de materiales peligrosos debe ser lo mínimo posible e inclusive reducirlo antes de iniciar la producción. El control de inventario es aplicable a las industrias, sin importar su tamaño.

1.2 Modificación de los Procesos de Producción

Pueden realizarse cambios en los procesos de producción que reducirán la generación de residuos. Esta reducción puede completarse cambiando los materiales usados para fabricar el producto o a través del uso más eficiente de estos materiales en los procesos de producción o en ambas formas. Las técnicas de minimización potencial de residuos pueden dividirse dentro de tres categorías generales: mejora en los procedimientos de operación y mantenimiento, cambio de materiales, y modificación de equipos de proceso.

a. Procedimientos de Operación y Mantenimiento

Las mejoras en la operación y mantenimiento de los equipos de proceso pueden resultar en reducciones significativas de residuos. Sin embargo, en varios casos la operación y el mantenimiento son vistos como poco importantes, especialmente cuando se relaciona con el manejo de residuos. Se pueden utilizar diversos métodos para operar un proceso de producción a máxima eficiencia. Estos métodos no son nuevos ni desconocidos y son usualmente muy baratos para ponerse en práctica. Para esto son indispensables los conocimientos globales de los procesos de producción.

b. Procedimientos de operación.

Operar los equipos de producción en forma más eficiente permite reducir la generación de residuos. Al instituir estándares en procedimientos de producción se puede optimizar el uso de materias primas en los procesos de producción y reduce el riesgo de pérdidas de materiales por derrames y fugas. Esto esencialmente se conoce como los puntos finos de producción.

Para llevar a cabo esto, el primer paso será revisar todos los procedimientos actuales de operación, o la falta de procedimientos, y analizar los procesos de producción para mejorar su eficiencia. Una inspección debe incluir todos los procesos, desde el área de entrega a través de los procesos de producción hasta el almacenamiento de producto final.

En varios casos, con cambios simples de operación puede reducirse significativamente la generación de residuos.

Es importante contar con procedimientos de manejo de materiales, en los que se incluyen el almacenamiento de materias primas, productos y residuos de procesos, y el traslado de estos materiales dentro de los procesos y alrededor de la fábrica. Un manejo apropiado asegurará que las materias primas llegarán a los procesos de producción sin pérdidas debidas a derrames, fugas o contaminación. Esto también asegurará que el material será manejado eficientemente en los procesos de producción. Las pérdidas de materias primas y también de productos terminados debidas a manejos inapropiados puede incrementar en gran proporción los costos de producción y de disposición de residuos.

En la Tabla 11 se muestran las causas más comunes de generación de residuos debido a pérdidas y contaminación de materiales.

Tabla 11

Area	Causa o puntos de pérdida
Carga	Derrame en conexión de mangueras de llenado Drenado de mangueras entre cada descarga Derrame en válvulas y tubería
Almacenamiento	Sobrellenado de tanques Mal funcionamiento de alarmas de sobrellenado Perforación, oxidación o derrame en tanques o contenedores Derrame en bombas, válvulas o tubería Válvula de drenado abiertas, diques inadecuados Procedimientos de traslado inapropiados Carencia de inspección Carencia de programa de entrenamiento
Procesos	Derrame en tanques de procesos Operación inapropiada en equipos de procesos Derrame en válvulas, tuberías y bombas Desbordamiento de tanques de proceso, controles inapropiados Derrames o fugas durante la transferencia de materiales Drenes abiertos Diques inadecuados Limpieza de tanques y equipos

Cada procedimiento de operación establecido debe ser documentado y llegar a ser parte de los programas de entrenamiento de los empleados. Los manuales deben dirigir fácilmente la operación apropiada para el manejo de residuos y los procedimientos de emergencia deberían ser diseñados para cada paso del proceso. A través del establecimiento y seguimiento estricto de procedimientos de operación puede reducirse la generación de residuos.

c. Programas de mantenimiento.

Un programa de mantenimiento que haga énfasis en mantenimiento preventivo y correctivo puede reducir la generación de residuos causado por fallas en equipos. Además el programa ayudará al personal a identificar las fuentes potenciales de descarga y corregir el problema o prevenirlo. Por ello se deben incluir todas las fuentes potenciales de descarga identificadas durante la inspección de los procesos. Para ser efectivo, un programa de mantenimiento debe ser desarrollado y revisado para cada paso de los procesos productivos, con especial atención en los puntos potenciales de derrame. Se debe contar con un programa y registros exactos para todas las actividades que deben realizarse. El tipo de información que debe ser obtenido y anotado regularmente para establecer un programa de mantenimiento, es el siguiente:

- lista de todo el equipo de la planta
- información de tiempos de operación para cada punto o área
- información de qué puntos son críticos para el proceso
- información de los problemas de los equipos
- manuales de mantenimiento
- base de datos históricos de reparación de equipos

d. Entrenamiento.

Un programa de entrenamiento es un elemento clave para cualquier programa de minimización de residuos. Todo el personal debe ser incluido, sobre todo el responsable de la operación y mantenimiento de los equipos de proceso, el que maneja los materiales del proceso, y el personal encargado del manejo de los residuos. El entrenamiento debe incluir la correcta operación y los procedimientos de manejo, el uso apropiado de equipos, recomendaciones de mantenimiento y manejo apropiado de residuos.

e. Cambios de materiales.

Los materiales peligrosos usados en procesos o producción, pueden ser remplazados con un material menos peligroso o inerte. La reformulación de un producto para contener menos materiales peligrosos reduce la cantidad de residuos peligrosos generados durante la producción y durante su uso final. Usando una menor cantidad de materiales peligrosos en un proceso se reducirá la cantidad de residuos peligrosos.

La reformulación de productos es una de las más difíciles técnicas de reducción de residuos, pero es también una de las más efectivas. La tendencia en las empresas es la de fabricar productos con menores cantidades de materiales peligrosos. Como por ejemplo en la industria de pinturas se han estado eliminando algunos pigmentos que contienen metales pesados en recubrimientos y desarrollando nuevas pinturas en base agua en vez de solventes orgánicos. La aplicabilidad de esta técnica será muy importante para productos específicos, pero con el constante incremento en costos asociados con el manejo de residuos, esto representa una muy importante estrategia financiera.

La implementación de esta técnica de reducción de residuos puede requerir solamente un ajuste menor en el proceso, o puede requerir bastantes equipos nuevos de proceso. Puede requerir una inversión limitada o bien podría requerir una gran inversión en nuevos equipos de proceso, modificaciones de la planta, entrenamiento de empleados, pero puede resultar en recuperación de costos substanciales.

Además la reducción o eliminación de materiales peligrosos en los procesos de producción pueden no solamente reducir la generación de residuos peligrosos sino también la cantidad de emisiones de materiales peligrosos en aire y descarga de efluentes.

f. Modificación de equipos de producción.

La generación de residuos puede ser reducida significativamente por la instalación de equipos de proceso más eficientes, instalando nuevos equipos o modificando equipos existentes para obtener ventajas de producción. Adicionalmente, la eficiencia en equipos reduce la cantidad de productos rechazados o fuera de especificación. El uso de equipos más eficientes o procesos puede llegar a pagarse por sí mismo a través de su mejor productividad, reduciendo costos de materias primas y costos de manejo de residuos. El capital necesario puede, generalmente, justificarse por el incremento en los niveles de producción y con la reducción de los costos del manejo de residuos.

Las modificaciones en equipos de procesos existentes pueden ser un método efectivo para reducir la generación de residuos. En varios casos la modificación puede derivarse a cambios relativamente simples en la forma en que son manejados dentro de los procesos para asegurar que no sean desperdiciados. Esto puede hacerse usando o adecuando medidas de control que pueden ser de costo muy reducido.

1.3 Reducción de volumen.

La reducción de volumen incluye la remoción de la parte peligrosa de un residuo de la parte inerte. Esta técnica es usualmente utilizada para reducir el volumen y también el costo de la disposición final de un residuo. Sin embargo, una vez que el material ha sido concentrado hay una gran probabilidad de que los materiales en el residuo puedan ser recuperados. Esta técnica puede ser dividida en dos categorías generales: segregación de fuentes y concentración del residuo.

a. Segregación de residuos

Es en muchos casos una técnica económica para la reducción de residuos. A través de la segregación o separación de residuos en su fuente de generación y manejando los residuos peligrosos en forma separada de la parte no peligrosa, el volumen y costos de disposición podría reducirse. Además al impedir la contaminación o dilución del residuo, puede ser reutilizado en los procesos de producción o puede ser enviado fuera de la planta para su recuperación.

Manteniendo solventes o aceites gastados separados de otros residuos, se puede permitir que sean reciclados. Las aguas residuales que contengan materiales tóxicos deben ser separadas de aguas de proceso que no presenten este tipo de contaminantes, reduciendo el volumen de agua que deba ser tratada. También se presenta en la recolección y reuso de polvos y materiales excedentes utilizados durante distintos procesos.

b. Concentración.

Existen varias técnicas para reducir el volumen de un residuo a través de un tratamiento físico. Algunas técnicas usuales consisten en separar la parte no peligrosa del residuo, como puede ser el agua. Las técnicas de concentración son comúnmente utilizadas para eliminar humedad en los lodos generados por el tratamiento de agua que permite la reducción de volumen de hasta un 90%. Los métodos de concentración incluyen la filtración por gravedad y vacío, ultrafiltración, osmosis inversa, condensación, filtro prensa, secado, y compactación. Las técnicas de concentración pueden aplicarse a gran variedad de residuos y pueden ser utilizados en un rango grande de industrias.

1.4 Recuperación y Reuso

La recuperación y reuso de residuos es una muy buena alternativa económica de manejo de residuos. Esta técnica puede eliminar los costos de disposición de residuos, reducir la cantidad de materias primas utilizada por producto terminado, y hasta proveer ganancias de un residuo. El uso efectivo de esta opción depende en la separación del residuo recuperable de otros residuos. El residuo puede ser recuperado *in situ* o en una planta de recuperación externa o a través de un convenio interindustria.

a. Recuperación y reuso *in situ*.

En la mayoría de los casos, el mejor lugar para procesos de reciclaje de residuos está dentro de la planta de producción. Los residuos que son simplemente materias primas contaminadas son buenos candidatos para un reciclaje dentro de planta. Esta recuperación puede reducir significativamente la compra de materias primas y los costos de disposición de residuos. Los residuos pueden ser recuperados más eficientemente en el punto de generación, ya que se reduce la posibilidad de contaminación con otros materiales y los riesgos involucrados en el manejo y transportación de materiales de desecho.

Algunos residuos pueden ser reusados directamente. Esto puede ser realizado cuando el material de desecho no está contaminado. Así mismo, se integra el material de desecho directamente de regreso en el proceso original de producción como materia prima. Por otra parte, un residuo, bajo ciertos tipos de purificación previos, puede ser reutilizado. Se pueden utilizar técnicas físicas y químicas para recuperar un residuo. La elección del método dependerá de las características físicas y químicas del mismo y de la recuperación de la inversión. Para algunos residuos, existen unidades pequeñas modulares y económicas de recuperación. Algunos de los materiales comúnmente reciclados por estas unidades modulares en la industria de pinturas son los solventes gastados.

b. Recuperación en empresas especializadas.

Los residuos pueden ser recuperados por empresas especializadas y autorizadas, cuando el generador no cuenta con equipo disponible de recuperación en el sitio, cuando no se genera el suficiente residuo para hacer un sistema en planta económicamente viable, o cuando el material recuperado no puede ser reutilizado en los procesos de producción. Las técnicas son similares a las señaladas para la recuperación *in situ*. Para algunos materiales, el proveedor del servicio.

recolecta el material, lo recupera y entrega para su uso. Este tipo de servicios es una excelente manera para reducir costos de materias primas y disposición de residuos, y a su vez el material reciclado es generalmente más barato que la propia materia prima del que se desprende.

Algunos residuos peligrosos, tales como los envases pueden ser devueltos a las empresas proveedoras para ser reutilizados como envases nuevamente de la misma materia. Esta técnica puede representar una ventaja económica, ya que reduce los costos de disposición de residuos del generador y puede reducir los costos de las materias primas.

2. Control Administrativo

2.1 Registro de residuos peligrosos

El artículo 8 fracción I establece que se deben inscribir en un registro ante la Semarnap, todas las empresas en todos los casos donde se generen residuos peligrosos.

Una vez identificados los residuos peligrosos mediante la revisión de la norma NOM-052-ECOL-93, la empresa deberá tramitar el Manifiesto para Empresa Generadora de Residuos Peligrosos ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) en el Distrito Federal en la Delegación del INE en cada Estado, en la Oficina de la Dirección General de Residuos Materiales y Riesgos.

Cada uno de los residuos debe registrarse por separado en el Formato de Manifiesto, en el cual se debe presentar la siguiente información

a. Identificación

En el manifiesto deben anotarse datos generales de la empresa, taller o planta donde se genera el residuo.

b. Características del residuo tales como

- Estado Físico
- pH
- Volumen o peso
- Composición química
- Características de peligrosidad
- Descripción del proceso

c. Manejo del residuo dentro de la empresa

- Almacenamiento

Si se almacena a granel, en contenedores o tolva; indicando la capacidad ya sea del almacén, de los contenedores o de la tolva, respectivamente.

- **Recolección**

Si es diaria, por semana, quincena o mensual. Se recomienda que la recolección sea cuando menos una vez por mes y nunca en periodos de más de 3 meses.

- **Disposición final**

Por lo general los residuos son enviados fuera de la planta a empresas autorizadas por la Semarnap para su disposición final, ya sea para su recuperación y reuso, como combustible alterno o en confinamiento controlado.

Una vez que se ha recabado la información solicitada en el Manifiesto de Generador de Residuos, éste se presenta con original y copia de acuse en el INE. Previamente se debe realizar el pago de derechos en cualquier banco por el concepto de Registro de Empresa Generadora de Residuos Peligrosos (Clave de pago 611).

El pago es para el registro de todos los residuos peligrosos que pudieran ser generados por la empresa, de tal forma que para el registro posterior de algún nuevo residuo, bastará la presentación de copia del pago original.

2.2 Envase de residuos peligrosos

El envase de residuos peligrosos está reglamentado por el artículo 8 fracción V y por el artículo 14 del Reglamento en materia de residuos peligrosos.

El envase debe contar con las condiciones de seguridad necesarias y de acuerdo a su estado físico y características, también debe estar etiquetado debidamente como se mencionará en seguida.

Los lodos deben envasarse en tambores metálicos, llenos hasta un 90% de su capacidad.

Los trapos impregnados con aceite o solvente deben también ser envasados en tambores metálicos de 200 L ya que con una fuente de calor pueden incendiarse si se manejan a granel. las bolsas de plástico pueden ser degradadas por el solvente que pudieran contener los trapos.

La única limitante del uso de tambores es la de verificar que no se almacenen dos o más residuos incompatibles o que el residuo sea incompatible con la sustancia que hubiera contenido el recipiente. La norma NOM-054-ECOL-93 de incompatibilidad de residuos peligrosos¹⁵ da información al respecto.

Los envases plásticos o de papel pueden almacenarse a granel en pacas de 1m³. Estas pacas deben colocarse en bolsas de plástico resistentes para disminuir el contacto con el material peligroso.

2.3 Identificación

Los tambores deben ser identificados con etiquetas adheribles que mencionen en forma mínima lo siguiente:

"RESIDUOS PELIGROSOS"

Manéjese con cuidado

Notificar a la autoridad más cercana

Nombre del residuo Clave CRETIB del residuo

Cantidad envasada

Generador

Domicilio Teléfono del generador

Area responsable Fecha de generación

Destinatario

Equipo que debe utilizarse para su manejo

2.4 Almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

Si la empresa genera cualquier residuo peligroso, es obligatorio contar con un almacén temporal de residuos peligrosos.

Las características mínimas con que debe contar el almacén, están referidas en los artículos del 15° al 20° del Reglamento en materia de residuos peligrosos.

El almacén debe estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

a. Infraestructura

- Muros de contención; con pretil o desniveles hacia la fosa
- Canaletas
- Fosa de retención con capacidad para retener una quinta parte de lo almacenado (líquidos o lodos). Para esto se debe realizar el cálculo de la cantidad máxima que pueda acumularse cada vez que son recolectados los residuos, más un factor de seguridad (1.1 a 1.5).
- Sistema de extinción contra incendios. De acuerdo al volumen almacenado determinar la necesidad de contar con sistema de hidrantes.
- Letreros y señalamientos alusivos a la peligrosidad de los residuos y del almacén.
- No deben existir conexiones con drenaje, que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables. Se deben evitar construirlos de madera, lámina de cartón o lonas.
- Contar con ventilación natural o forzada
- Estar cubierta y protegida de la intemperie (techado)
- Iluminación y ventilación (en su caso) a prueba de explosión.
- No estar localizados por debajo del nivel del agua alcanzado en la mayor tormenta más un factor de seguridad de 1.5. Esto implica asegurar que no exista el riesgo de que la inundación por lluvia penetre dentro del almacén.
- Contar con pisos lisos e impermeables donde se almacenan los residuos y de material antiderrapante en los pasillos.
- Contar con paramayos
- En caso de almacenar residuos volátiles en grandes cantidades, contar con detector de vapores con alarma audible.
- Queda prohibido almacenar residuos incompatibles, por lo cual hay que revisar el listado y matriz de incompatibilidad de la norma NOM-054-ECOL-93.
- Queda prohibido almacenar residuos en cantidades que rebasen la capacidad instalada, por lo cual, debe diseñarse el almacén con datos muy reales de generación y recolección de residuos.

3. Disposición Final

3.1 Incineración¹⁶

La mayoría de los residuos peligrosos están compuestos de carbón, hidrógeno, oxígeno, halógenos, azufre, nitrógeno y posiblemente metales pesados. Otros elementos que pudieran estar presentes, sólo existen en pequeñas cantidades tales que pueden ser despreciables.

La incineración es una técnica de tratamiento adecuada cuando se tienen grandes cantidades de residuos peligrosos orgánicos y se asegura una alta eficiencia de destrucción, las emisiones que se generen sean mínimas y controladas, además que este sistema permite reducir la demanda de confinamientos.

a. Ventajas

La incineración:

- Ofrece ventajas potenciales sobre otros sistemas y ciertamente sobre la operación de confinamientos.
- Es una excelente tecnología de eliminación para sustancias que tienen un elevado calor de combustión.
- Es adaptable para hidrocarburos sólidos y líquidos.
- La incineración proporciona la mayor reducción en volumen de residuos.
- Proporciona la detoxificación de sustancias carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas.
- Cuenta con la potencial recuperación de la energía calorífica y de los productos de combustión.

b. Desventajas

- El capital de inversión es mayor que para otros sistemas de tratamiento y tal vez de confinamiento.
- Para el control de la incineración se requieren operadores altamente especializados y supervisores calificados.
- La operación de residuos peligrosos es mucho más compleja que otras tecnologías debido a la variedad en la composición de los residuos y las severas condiciones de operación que se requieren para lograr altas eficiencias.

- Requiere gran mantenimiento.
- Puede impactar la salud y el ambiente en varias formas, por lo cual es necesario contar con equipos de control.
- La formación de ácido clorhídrico, monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y metales pesados pueden tener un impacto severo.
- Los procesos de control de emisiones generan sólidos disueltos, sólidos abrasivos y metales pesados.
- Se debe considerar la variación de la composición y volumen del residuo alimentado.
- El sitio del incinerador es altamente controversial.

3.1.1 Hornos rotatorios

El horno rotatorio es utilizado en los sistemas de tratamiento de residuos, debido a su gran versatilidad para procesar sólidos y líquidos. El residuo es incinerado en un horno rotatorio con recubrimiento refractario. El horno cuenta con un casco montado ligeramente inclinado respecto al plano horizontal para facilitar el mezclado del material con el aire de circulación.

Los residuos sólidos son alimentados por un sistema transportador, los líquidos y lodos bombeables son inyectados a través de boquillas. Los metales y otros residuos no combustibles quedan como cenizas.

Los hornos rotatorios tienen una relación en longitud y diámetro de 8 a 2 (L/D). El rango de velocidad de rotación va de 0.2 a 1 pul/seg, dependiendo del perímetro. Una relación L/D alta con una baja velocidad de rotación, son utilizadas para residuos que requieren gran tiempo de residencia.

Los hornos rotatorios incluyen una cámara secundaria de combustión, para asegurar una alta eficiencia de destrucción, que incluya volátiles y residuos no quemados en la cámara principal. Se manejan temperaturas de 800 a 1550 °C y de 1000 a 1650 °C en la cámara secundaria. Los residuos líquidos pueden ser inyectados también en la cámara secundaria.

El horno rotatorio maneja una gran variedad de residuos, además de que presenta una alta eficiencia de destrucción por sus elevadas temperaturas y el continuo mezclado del residuo.

Los límites impuestos por RCRA para los incineradores que eliminen residuos peligrosos son los siguientes:

- Una destrucción y eficiencia de remoción mayor de 99.99% para el constituyente principal del compuesto peligroso.
- Una emisión de partículas menor de 180 mg/m³ base seca corregida a 7% de oxígeno.
- Emisión de HCl menor a 4 lb/hr o contar con equipo de control con eficiencia mayor del 99%.

3.1.2 Hornos de cemento

Los hornos de cemento son capaces de lograr o exceder los estándares de RCRA para la destrucción de residuos peligrosos por incineración. Las plantas de cemento pueden obtener energía barata por incineración de estos residuos. El ácido clorhídrico generado por los residuos que contienen compuestos orgánicos clorados es neutralizado por la cal en el horno, reduciendo ligeramente la alcalinidad de los cementos producidos.

Esta alternativa proporciona las siguientes ventajas:

- No impacta al ambiente ya que los residuos son utilizados como combustibles alternos
- La empresa cementera obtiene combustible barato
- El generador reduce significativamente el costo de eliminación de residuos.
- Se reduce la demanda de confinamientos
- Las altas temperaturas y tiempos de residencia impiden la formación de dioxinas y furanos.
- El ácido clorhídrico o sulfúrico es neutralizado por el propio producto.
- Los metales y las cenizas se incorporan al producto.

Actualmente Cementos Mexicanos, Cementos Moctezuma y principalmente Cementos Apasco, cuentan con la tecnología y la infraestructura para la incineración de residuos peligrosos en hornos rotatorios de fabricación de cemento.

Cementos Apasco cuenta con la capacidad para recibir residuos líquidos, lodos o sólidos para utilizarlos como combustibles alternos. Se recomienda que los residuos cuenten con un calor de combustión mínimo de 3,500 a 8,000 Btu/lb.

3.2 Confinamiento Controlado

Los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto los radiactivos deben reunir un mínimo de requisitos señalados por la normatividad.

a. Ubicación¹⁷

Entre las consideraciones importantes que debe cumplir un sitio están las siguientes:

- no presentar conexión con acuíferos o que éstos estén a un mínimo de 200 m de profundidad
- ubicarse fuera de llanuras de inundación y alejados un mínimo de 500 m de cualquier corriente superficial.
- ubicarse fuera del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Patrimonio Cultural.
- ubicarse en regiones con precipitación menor a 2000 mm y con evaporación al menos del doble de la lluvia promedio mensual.
- la distancia del centro de población con 10,000 habitantes (proyección 2010), debe ser de mínimo 25 km, y 15 km para poblaciones entre 5,000 y 10,000 km (2010).
- ubicarse en zona asísmica.
- el sitio debe localizarse a no menos de 500 m de las vías principales de comunicación.

b. Infraestructura.¹⁸

El sitio para confinamiento de residuos peligrosos debe contar como mínimo con la siguiente infraestructura:

- áreas de acceso y espera para el estacionamiento de vehículos que transporten residuos peligrosos.
- cerca perimetral construida con alambre de púas de 5 hilos, de 1.5 m de alto y postes de concreto o tubo galvanizado.
- caseta de vigilancia con un mínimo de 4 m².
- caseta de pesaje de un mínimo de 16 m² y pesa para un mínimo de 80 ton.
- laboratorio de análisis físicoquímico para verificar composición y características de peligrosidad del residuo.
- caminos exteriores de tipo permanente e interiores de tipo temporal o permanente.

- área de almacenamiento temporal para la recepción temporal de residuos peligrosos con capacidad para 7 veces el volumen recibido diariamente.
- área de emergencia para la recepción de residuos peligrosos que provengan de alguna contingencia o requieran de almacenamiento temporal por un periodo no mayor de 3 meses.
- área de limpieza para el aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales utilizados en la operación.
- drenajes de tipo exterior e interior
- instalaciones de energía eléctrica para la iluminación y para el funcionamiento de maquinaria y equipo requeridos, se debe contar con una fuente de energía para emergencias.
- señalamientos para el área de acceso, los caminos exteriores e interiores, andadores y zonas restringidas; los señalamientos deberán ser de tres tipos: informativos, preventivos y restrictivos.
- pozos de monitoreo para lixiviados y para aguas subterráneas.
- área de amortiguamiento
- área administrativa, servicios de primeros auxilios y servicios sanitarios.

c. Celdas de confinamiento.¹⁹

Una celda es el espacio creado natural o artificialmente dentro de un confinamiento controlado, apto para recibir residuos peligrosos compatibles. En la parte superior de la celda se colocan materiales en forma de capas para aislar los residuos peligrosos de la intemperie.

Las celdas deben contar entre otros con los siguientes requisitos:

- sistemas de captación de lixiviados por cada 1000 m² de celda o fracción
- sistemas de venteo (en caso necesario) por cada 300 m² de celda o fracción.
- estibas no mayores de 7 m.
- celdas impermeables

No podrán depositarse en celdas los residuos que contengan:

- sulfuros y cianuros reactivos
- bifenilos policlorados
- residuos inflamables
- residuos incompatibles
- con contenido de aceite superior al 5%

- en granel, con más de 30% de humedad
- con aceite menor de 5% pero con humedad mayor del 25%

Los residuos explosivos o inflamables solo podrán depositarse estabilizados. La estabilización es un proceso físico, químico o biológico que al ser aplicado a un residuo, se logra su inactivación. Un residuo con más del 30% de humedad debe confinarse en contenedor.

En la operación de la celda se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- Debe haber un frente de trabajo para residuos envasados y otro para residuos a granel, claramente delimitados.
- Los residuos deben descargarse sin ser golpeados, arrastrados o arrojados.
- Debe evitarse la operación de celdas en caso de lluvia.
- No debe circular equipo mecánico de más de 10 ton sobre las celdas con residuos envasados.
- Se utilizará un sistema de coordenadas para la ubicación de celdas
- Los operarios de las celdas deberán contar con el equipo de protección personal necesario.

d. Operación del confinamiento.²⁰

Para la operación de un confinamiento controlado se deberán llevar a cabo los siguientes registros:

- bitácora de entradas y salidas de residuos y vehículos
- libro de registro de pesaje
- plano general de asignación de las celdas
- registro de monitoreo de lixiviados, emisiones en celdas, así como de la calidad del agua subterránea.

Para la recepción de residuos en un confinamiento, el transportista presentará al destinatario el manifiesto en original y una copia debidamente firmados por el generador y el propio transportista. El destinatario verifica el manifiesto y en forma preliminar, los residuos correspondientes. Se verifica que los residuos no contengan material radioactivo.

El residuo se pesa y en el libro de registro se anotarán datos del residuo y del vehículo tales como número de placas y económico, así mismo se anotará número de registro y firma del transportista.

En caso de cumplir con los requisitos, el destinatario procederá a su registro en la bitácora de recepción con datos del residuo y el número de registro y firma del transportista.

En caso de no cumplir con los requisitos, el destinatario deberá dar aviso al generador y notificar a la Semamap.

Posteriormente se realiza el muestreo y análisis de los residuos para verificar las propiedades físicas y químicas de los mismos. Si se detecta alguna diferencia con lo expresado en el manifiesto, se dará aviso a la Semamap.

Una vez realizado el análisis se procederá al tratamiento de aquellos que rebasen las concentraciones máximas permisibles. Una vez analizados, clasificados y en su caso con tratamiento, se procede a depositarlos en el área y celda asignadas, tomando en cuenta sus características de riesgo, incompatibilidad y envase.

El responsable del confinamiento debe llevar a cabo el monitoreo permanente en los pozos de monitoreo y sistemas de venteo, así como de la calidad de aguas subterráneas.

En la operación del confinamiento se deben establecer medidas de seguridad que comprendan:

- vigilar las entradas y salidas de los vehículos de transporte, de los materiales y de la maquinaria.
- evitar el paso de personas no autorizadas y animales.
- controlar el acceso a las zonas restringidas
- los caminos deberán estar libres de obstrucciones, limpios y en buen estado, con señalamientos.
- la velocidad de circulación de vehículos al interior, no deberá ser mayor a la autorizada.
- en caso de que un residuo no pueda confinarse de inmediato por lluvia, celda no disponible, necesidad de tratamiento, residuos fuera de especificaciones, éste deberá ser enviado al área de tratamiento temporal, excepto residuos a granel, hasta por 90 días.
- la iluminación permanecerá encendida durante las noches y cuando así se requiera

El área de limpieza estará destinada para descontaminar maquinaria, equipos y vehículos en contacto con los residuos.

El confinamiento deberá contar con un programa de atención a contingencias, para casos de accidentes que pudieran ocurrir en las instalaciones.

La Semarnap podrá autorizar las obras, vigilar el cumplimiento de la operación y en su caso aplicar sanciones en los confinamientos controlados.

4. Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos

En el Capítulo III del presente trabajo, se señalan los diferentes residuos peligrosos que se pueden generar en una fábrica de pinturas; en este punto, se analiza el Plan de manejo de los residuos identificados, mencionando las distintas actividades a desarrollar para cada uno de ellos, como se puede apreciar en la Tabla N° 12.

El Plan de manejo consiste en:

- a. Minimización de residuos peligrosos
 - a.1 Manejo de inventarios
 - a.2 Modificación en los procesos de producción
 - a.3 Reducción de volumen
 - a.4 Recuperación y reuso
- b. Recolección y envase del residuo peligroso
- c. Almacenamiento temporal del residuo peligroso
- d. Disposición final del residuo peligroso
 - d.1 Eliminación térmica
 - d.2 Confinamiento

Tabla 12

N°	Fuente/Manejo	a.1	a.2	a.3	a.4	b	c	d.1	d.2
1	Lodos de destilación de solventes		X			X	X	X	
2	Lodos de aguas residuales		X	X				X	
3	Residuos de centrifugación de resinas		X			X	X	X	
4	Residuos de filtración de pinturas					X	X	X	
5	Trapos industriales		X	X		X	X	X	

Capítulo IV. Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos

N°	Fuente/Manejo	a.1	a.2	a.3	a.4	b	c	d.1	d.2
6	Residuos de Materia prima	X	X		X	X	X		X
7	Envases de materia prima			X	X	X	X		X
8	Recipientes de productos rechazados	X	X	X	X	X	X		X

5. Evaluación de las Medidas de Minimización y Control de Residuos Peligrosos

A continuación se obtendrán los costos de disposición de cada uno de los residuos; así mismo, se presenta un estimado de la aplicación de las medidas diversas para disminuir la generación de residuos. Finalmente se obtiene el costo real de disposición de residuos, descontando el costo de aplicación de una o varias medidas al costo original de disposición.

5.1. Lodos de destilación

Derivado de la destilación de solvente usado en la limpieza de maquinaria y equipo de proceso, así como en actividades de mantenimiento, se producen lodos de la destilación. Aproximadamente, se genera la cantidad de 86,398 kg/año para 432 tambores de 200 kg c/u al año.

• a.2. Modificaciones en los procesos de producción

Para la reducción de residuos peligrosos, se pretende primero reducirlo en la fuente de donde se produce, es decir el solvente gastado. Esto se puede lograr implementando procedimientos, programas de capacitación y controles de calidad en los distintos departamentos donde se generen para mejorar la eficiencia del uso de estos materiales, ya que la generación de lodos es proporcional a la cantidad de solvente tratado.

- Elaborar inventario de generación.
- Elaborar diagramas de flujo de generación
- Detectar puntos críticos donde se puedan introducir cambios en los procedimientos para reducir la generación de solvente gastado.
- Definir y aplicar procedimientos para optimizar el uso del solvente en las diferentes áreas, con su reutilización en varias actividades.

Se estima que estas actividades pueden generar una reducción del 10% de los lodos de destilación. El costo se incluye en lo referente al salario del encargado del programa y las horas hombre invertidas en el personal para la capacitación y aplicación de los nuevos procedimientos.

El ahorro estimado se encuentra tanto en la reducción del residuo final, como en la reducción de la generación de solventes (entre un 15 a un 30%), lo que impacta a su vez en reducciones de costos de operación del equipo destilador.

- b **Recolección y envase**

Los envases de los lodos de destilación deben ser tambores metálicos de 200 litros llenos hasta un 90% de su capacidad y con un peso aproximado de 200 kg. Cada tambor deberá contar con una etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los tambores deberán estar en buenas condiciones, sin abolladuras o rupturas y cerrados herméticamente. Los tambores no deben haber contenido materiales incompatibles con solventes como por ejemplo oxidantes.

- c **Almacén temporal**

El almacenamiento temporal de los lodos de destilación debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles tales como los oxidantes. En un almacén cerrado debe instalarse cerca de estos materiales, un sistema de detección continua de vapores orgánicos que provean de una alarma para casos de derrames.

- d.1 **Eliminación térmica**

Por su elevado contenido de materiales combustibles como son los compuestos orgánicos que la forman, este tipo de residuos presenta un elevado calor de combustión por lo cual su disposición final recomendada es la eliminación térmica vía incineradores de alta temperatura.

Para estos casos en el país se cuenta con la alternativa de utilizar este tipo de residuos como combustibles alternos en hornos de cemento. Actualmente, la empresa Cementos Apasco, entre otras, cuenta con la autorización para la incineración de combustibles alternos, incluyendo aquellos considerados residuos peligrosos. La empresa Apasco recibe los combustibles sin costo para el generador más que el flete del mismo.

5.1.1 Costos de las Medidas

Los costos están asociados a cotizaciones de 1996 de diversas empresas de manejo de residuos peligrosos, tales como Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V., Recuperadora de Tambores Ruma S.A. de C.V. y empresas proveedoras de materiales y equipos.

- **Costos sin considerar minimización**

Costo de disposición final (incineración)

\$180.00/tambor 200 lts

Con: 432 tambores/año

$\$180 \times 432 = \$77,760.00/\text{año}$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 lts

$\$40 \times 432 = 17,280.00/\text{año}$

Costo del envase

\$40.00/tambor de 200 lts

$\$40 \times 432 = 17,280.00/\text{año}$

Costo Total $77,760 + 17,280 + 17,280 = \$112,320.00/\text{año}$

- **Costos aplicando la medida a.2**

con 388.8 tambores/año (90% del inicial)

Costo de disposición final

$\$150 \times 388.8 = \$59,984$

Costo del flete

$\$40 \times 388.8 = 15,552$

Costo del envase

$$\$40 \times 388.8 = 15,552.00/\text{año}$$

Costo de aplicación de la medida

\$1,000

$$\text{Costo Total} \quad 69,984 + 15,552 + 15,552 + 1,000 = \$102,088.00$$

$$\text{Reducción de costos aplicando la medida} \quad 112,320 - 102,088 = \$10,232.00$$

• **Costos aplicando la medida d.1**

Costo del envase

$$\$40 \times 432 = 17,280.00/\text{año}$$

Costo del flete

$$\$40 \text{ flete/tambor} \times 432 \text{ tambores/año} = \$17,280.00/\text{año}$$

$$\text{Costo total} \quad 17,280 + 17,280 = \$34,560.00$$

$$\text{Reducción en los costos aplicando la medida} \quad 112,320 - 34,560 = \$77,760.00$$

• **Costos aplicando las medidas a.2 y d.1**

Costo flete

$$\$40 \text{ flete/tambor} \times 388.8 \text{ tambores/año} = \$15,552.00/\text{año}$$

Costo envase

$$\$40 \times 388.8 = 15,552.00/\text{año}$$

Costo de aplicación de la medida a.2

\$1,000

Costo Total $16,652 + 16,652 + 1,000 = \$32,104.00$

Reducción en los costos $112,320 - 32,104 = \$80,216.00$

5.2. Lodos de tratamiento de aguas residuales

Lodos de tratamiento de las aguas residuales, con un contenido de humedad de 80%, 1,055,934 kg/año aproximadamente, para 5,280 tambores de 200 kg c/u

Los lodos son definidos como residuos peligrosos por listado, y de acuerdo a análisis CRETIB realizados a estos residuos se determinó que su peligrosidad se deriva de un contenido de solventes de alto punto de ebullición tales como el tolueno en concentraciones superiores a los límites establecidos.

• a.2 Modificaciones en procesos

Las modificaciones en procesos deben derivar en una reducción de descargas de aguas residuales industriales. Esto se puede lograr implementando procedimientos, programas de capacitación y controles de calidad en los distintos departamentos donde se generen para mejorar la eficiencia del uso del agua, ya que la generación de lodos es proporcional a la cantidad de agua residual.

De la misma manera se deberán desarrollar las siguientes actividades

- Elaborar inventario de generación.
- Elaborar diagramas de flujo de generación
- Detectar puntos críticos donde se puedan introducir cambios en los procedimientos para reducir la generación de aguas residuales.
- Definir y aplicar procedimientos para optimizar el uso del agua en las diferentes áreas.

Se deben establecer procedimientos para una mejor operación y mantenimiento en equipos de procesos que impidan derrames de materiales peligrosos en drenajes. Estas actividades pueden reducir en un 10% la cantidad de lodos.

• a.3 Reducción

Para la reducción de los lodos se plantea lo siguiente:

Se asume la separación de los drenajes de aguas residuales industriales de las aguas residuales de servicios sanitarios e higiene.

Se debe primero implementar un sistema o técnica de reducción que consista de lo siguiente:

- Tanque inclinado para la precipitación de lodo
- Sistema de filtración de filtro banda o filtro prensa

Los equipos deben poder manejar 1.2 veces el volumen promedio diario de lodos. Si se considera una generación de 1,055,934 kg/año y se suponen 300 días laborables, se tienen 3,520 kg/día de lodos. El tanque y el sistema de filtración deberán tener la capacidad para manejar 4,225 kg/día.

Esto permite la eliminación de agua de un 80% en peso hasta un 40%, lo que equivale a una reducción de dos terceras partes en peso.

Una vez así, como técnica de reducción se puede implementar la incineración.

- b. Recolección y envase

Los envases de los lodos de aguas residuales deben ser tambores metálicos de 200 litros llenos hasta un 90% de su capacidad y con un peso aproximado de 200 kg. Cada tambor deberá contar con una etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los tambores deberán estar en buenas condiciones, sin abolladuras o rupturas y cerrados herméticamente. Los tambores no deben haber contenido materiales incompatibles.

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal de los lodos de destilación debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles.

- d.2 Eliminación térmica

Opción 1

El lodo resultante tiene humedad (40%), materiales orgánicos combustibles como resinas, lacas y emisiones (32%), compuestos orgánicos volátiles (8%), materia inorgánica particuladas no combustibles y cenizas (20%).

La incineración de este residuo reduce el volumen hasta en un 80%, quedando como resultado un material sólido que conforme a análisis CRETIB no presenta características de riesgo y por tanto puede disponerse como residuo no peligroso e inclusive puede entrar en algunos procesos como cargas para la fabricación de algunos recubrimientos.

Para la eliminación térmica se recomienda un incinerador refractario de alta temperatura que maneje gas como combustible, que cuente con un quemador principal y uno secundario, donde la temperatura mínima sea de 1,500°C, y cuente además con equipo para control de emisiones contaminantes a la atmósfera, que puede ser un lavador de gases tipo scrubber.

El incinerador debe tener la capacidad de manejar 1.2 veces la cantidad de lodos generados cada día. Si en el año se generan 1,055,934 kg, los cuales se reducen a una tercera parte, 351,990 kg y se dividen entre 300 días de labores, se tendrá un promedio diario de 1,173.3 kg/día. El equipo deberá ser capaz de incinerar al menos 1.4 toneladas/día de lodo seco (40% humedad).

Opción 2

Por su contenido de materiales combustibles como son los compuestos orgánicos que la forman, este tipo de residuos presenta un elevado calor de combustión por lo cual su disposición final puede ser la eliminación térmica vía incineradores de alta temperatura.

Para estos casos en el país se cuenta con la alternativa de utilizar este tipo de residuos como combustibles alternos en hornos de cemento. La empresa Apaxco recibe los combustibles sin costo para el generador. El residuo presenta un calor de combustión aceptable (4,000 Btu/lb) y sus cenizas pueden incorporarse al producto final de las cementeras, aumentando en forma mínima la producción sin afectar su calidad.

5.2.1. Costos

- **Costos sin considerar minimización**

Costo de disposición final (confinamiento)

\$240.00/tambor 200 lts

con 5,280 tambores/año

$$\$240 \times 5,280 = \$1,267,200.00/\text{año}$$

Costo del flete

$$\$40.00/\text{tambor } 200 \text{ kg}$$

$$\$40 \times 5,280 = \$211,200.00/\text{año}$$

Costo envase

$$\$40.00/\text{tambor } 200 \text{ kg}$$

$$\$40 \times 5,280 = \$211,200.00/\text{año}$$

$$\text{Costo Total} \quad 1,267,200 + 211,200 + 211,200 = \$1,689,600.00/\text{año}$$

• **Costos aplicando la medida a.2**

con 4,752 tambores/año (90% del inicial)

Costo de disposición final

$$\$240 \times 4,752 = \$1,140,480$$

Costo del flete

$$\$40 \times 4,752 = \$190,080$$

Costo envase

$$\$40 \times 4,752 = \$190,080$$

Costo de aplicación de la medida a.2

\$10,000

Costo Total $1,140,480 + 190,080 + 190,080 + 10,000 = \$1,530,640/\text{año}$

Reducción en los costos $1,689,600 - 1,530,640 = \$158,960.00/\text{año}$

• **Costos aplicando las medidas a.3**

Con 1.760 tambores/año (1/3 del inicial)

Costo de disposición final

$\$240 \times 1,760 = \$422,400$

Costo del flete

$\$40 \times 1,760 = \$70,400$

Costo envase

$\$40 \times 1,760 = \$70,400$

Costo del equipo

Tanque de precipitación de lodos $\$320,000$

Filtro banda $\$550,000$

con depreciación a 10 años

Tanque de precipitación de lodos $\$32,000/\text{año}$

Filtro banda $\$55,000/\text{año}$

El costo anual de operación y mantenimiento se estima en el 10% de su valor total por año.

Operación y mantenimiento \$87,000/año

Total de Equipos

\$174,000.00/año

Costo Total **422,400 + 70,400 + 70,400 + 174,000 = \$737,200.00/año**

Reducción en los costos **1,689,600 - 737,200 = \$952,400.00/año**

- **Costo aplicando la medida d.1**

Opción 1

En la aplicación de esta medida, se asume nulo el gasto de envase, transportación y disposición final del residuo fuera de la fábrica, ya que el resultado final es un residuo no peligroso. Sin embargo, para la aplicación de esta medida será necesaria la aplicación previa de las medidas a.2. y a.3

Costo de aplicación de a.2 \$10,000

Costo de equipos (medida a.3) \$87,000/año

Costo operación y mantenimiento (medida a.3) \$87,000/año

Costo incinerador

\$6,000,000 (\$800,000 dólares 7.5 pesos/dolar)

con depreciación a 10 años

Incinerador con control de emisiones

\$800,000/año

Costo operación y mantenimiento

\$300,000/año

Costo Total **\$1,084,000/año**

Reducción de costos **1,689,600 - 1,084,000 = \$605,600.00/año**

Opción 2

Enviar el residuo a una cementera como combustible alternativo. Para la aplicación de esta medida será necesaria la aplicación previa de las medidas a.2 y a.3

Costo de la medida a.2 **\$10,000**

Costo de equipos (medida a.3) **\$87,000/año**

Costo operación y mantenimiento (medida a.3) **\$87,000/año**

Costo del flete

\$40 x 1,584 = \$63,360

Costo envase

\$40 x 1,584 = \$63,360

Costo Total **10,000 + 174,000 + 63,360 + 63,360 = \$310,720.00/año**

Reducción de costos **1,689,600 - 310,720 = \$1,378,880.00/año**

5.3. Residuos de centrifugación de resinas

Residuos de la filtración por centrifugación de resinas, aproximadamente 5 tambores de 200 lts por mes para un total de 12,000 kg/año, para 60 tambores/año, de 200 kg c/u.

- a.2 Modificación en los procesos

La investigación para el mejoramiento de la formulación y el manejo y control adecuado de las condiciones de operación permitirían reducir hasta en un 20% la generación de residuos durante la producción de resinas.

Esto se puede lograr implementando procedimientos, programas de capacitación y controles de calidad en los distintos departamentos de producción.

- b. Recolección y envase

Los envase de los residuos de centrifugación de resinas deben ser tambores metálicos de 200 litros llenos hasta un 90% de su capacidad y con un peso aproximado de 200 kg. Cada tambor deberá contar con una etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los tambores deberán estar en buenas condiciones, sin abolladuras o rupturas y cerrados herméticamente. Los tambores no deben haber contenido materiales incompatibles con solventes como oxidantes

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal de los residuos de centrifugación de resinas debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles tales como los oxidantes y algunos metales pesados. En un almacén cerrado debe instalarse cerca de estos materiales, un sistema de detección continua de vapores orgánicos que provean de una alarma para casos de derrames.

- d.1 Eliminación térmica

Por su elevado contenido de materiales inflamables y combustibles, como son los compuestos orgánicos que la forman, este tipo de residuos presenta un elevado calor de combustión por lo cual su disposición final recomendada es la eliminación térmica vía incineradores de alta temperatura.

Para estos casos en el país se cuenta con la alternativa de utilizar este tipo de residuos como combustibles alternos en hornos de cemento que cuenten con la autorización para la incineración de residuos, incluyendo los peligrosos.

5.3.1 Costos

Los costos están asociados a cotizaciones de 1996 de diversas empresas.

- **Costos sin considerar minimización**

Costo de disposición final (incineración controlada)

\$140.00/tambor 200 lts

con 60 tambores/año

$140 \times 60 = \$8,400.00/\text{año}$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 lts

$40 \times 60 = \$2,400.00/\text{año}$

Costo envase

\$40.00/tambor 200 lts

$40 \times 60 = \$2,400$

Costo Total $8,400 + 2,400 + 2,400 = \$13,200.00/\text{año}$

- **Costos aplicando la medida a.2**

con 48 tambores/año (80% del inicial)

Costo de disposición final

$$\$140 \times 48 = \$6,720$$

Costo del flete

$$\$40 \times 48 = \$1,920$$

Costo del envase

$$\$40 \times 48 = \$1,920$$

Costo de aplicación

$$\$500$$

$$\text{Costo Total} \quad 6,720 + 1,920 + 1,920 + 500 = \$11,060.00/\text{año}$$

$$\text{Reducción en los costos} \quad 13,200 - 11,060 = \$2,140.00/\text{año}$$

• **Costos aplicando la medida d.1**

$$\$40 \text{ flete/tambor} \times 60 \text{ tambores/año} = \$2,400.00/\text{año}$$

Costo del flete

$$\$40 \times 60 = \$2,400$$

$$\text{Costo Total} \quad 2,400 + 2,400 = \$4,800.00/\text{año}$$

$$\text{Reducción en los costos} \quad 13,200 - 4,800 = \$8,400.00/\text{año}$$

- **Costos aplicando las medidas a.1 y d.1**

Costo flete

\$40 flete/tambor x 48 tambores/año = \$1,920.00/año

Costo del envase

\$40 x 48 = \$1,920

Costo aplicación de medida a.2

\$500

Costo Total $\$3,840 + 500 = 4,340.00/\text{año}$

Reducción en los costos $13,200 - 4,340 = \$8,860.00/\text{año}$

5.4. Filtros para la filtración de la pintura

Se generan 3,600 kg/año para un total de 36 tambores de 100 kg c/u, de filtros con residuos de pintura base solvente.

- b. Recolección y envase

Los envase de los residuos de filtros deben ser tambores metálicos de 200 litros y con un peso aproximado de 100 kg . Cada tambor deberá contar con una etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los tambores deberán estar en buenas condiciones, sin abolladuras o rupturas y cerrados herméticamente.

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal de los residuos de filtros de pintura debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles.

- d.1 Eliminación térmica

La disposición final recomendada para este tipo de residuos es la eliminación térmica via incineradores de alta temperatura.

Para estos casos en el país se cuenta con la alternativa de utilizar este tipo de residuos como combustibles alternos en hornos de cemento que cuenten con la autorización para la incineración de combustibles alternos, incluyendo aquellos considerados residuos peligrosos.

5.4.1 Costos

Los costos están asociados a cotizaciones de 1996 de distintas empresas.

- Costos sin considerar minimización

Costo de disposición final (confinamiento controlado)

\$240.00/tambor 200 lts

con 36 tambores/año

$$\$240 \times 36 = \$8,640.00/\text{año}$$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 lts

$$\$40 \times 36 = \$1,440.00/\text{año}$$

Costo del envase

\$40.00/tambor 200 lts

$$\$40 \times 36 = \$1,440.00/\text{año}$$

$$\text{Costo Total} \quad 8,640 + 1,440 + 1,440 = \$11,520.00/\text{año}$$

• **Costos aplicando la medida d.1**

Costo Flete

$$\$40 \text{ flete/tambor} \times 36 \text{ tambores/año} = \$1,440.00/\text{año}$$

Costo del envase

$$\$40 \times 36 = \$1,440.00/\text{año}$$

$$\text{Costo Total} \quad 1,440 + 1,440 = \$2,880.00/\text{año}$$

$$\text{Reducción en los costos} \quad 11,520 - 2,880 = \$8,640.00/\text{año}$$

5.5 Trapos de limpieza

Trapos de limpieza, se generan un promedio de 36,000 kg/año, para 900 tambores de 40 kg c/u.

- a.2 Modificación en los procesos

A través de modificaciones en procesos se deberá lograr una reducción del uso de trapos para la limpieza. Esto se puede lograr implementando procedimientos, programas de capacitación y controles de calidad en los distintos departamentos.

De la misma manera se deberán desarrollar las siguientes actividades

Elaborar inventario de generación.

Elaborar diagramas de flujo de generación

Detectar puntos críticos donde se puedan introducir cambios en los procedimientos para reducir la generación de trapos industriales.

Definir y aplicar procedimientos para una mejor operación y mantenimiento en equipos de procesos que impidan fugas o derrames de materiales peligrosos en drenajes.

Estas actividades pueden reducir en un 30% la cantidad de trapos industriales.

- a.3 Reducción de volumen

La reducción de volumen se puede obtener mediante un método físico como es la compactación. Con la compactación se permitirá la reducción del volumen en hasta un 50%. La compactación puede generar lixiviados, mismos que pueden ser enviados al proceso de destilación de solvente, a la disposición de aceites o bien a los trapos de fieltro de pintura según sea el caso.

- b. Recolección y envase

Los envases de los trapos industriales deben ser tambores metálicos de 200 litros y con un peso de 80 kg. Cada tambor deberá contar con una etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los tambores deberán estar en buenas condiciones, sin abolladuras o rupturas y cerrados herméticamente.

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal de los residuos de trapos industriales debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles.

- d. Eliminación térmica

La disposición final recomendada para este tipo de residuos es la eliminación térmica vía incineradores de alta temperatura.

6.5.1 Costos

Los costos están asociados a cotizaciones de 1996.

- Costos sin considerar minimización

Costo de disposición final (confinamiento controlado)

\$240.00/tambor 200 lts

con 900 tambores/año

$\$240 \times 900 = \$216,000.00/\text{año}$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 lts

$\$40 \times 900 = \$36,000.00/\text{año}$

Costo del envase

\$40.00/tambor 200 lts

$\$40 \times 900 = \$36,000.00/\text{año}$

Costo Total $216,000 + 36,000 + 36,000 = \$288,000.00/\text{año}$

• **Costos aplicando la medida a.2**

con 630 tambores/año (70% del inicial)

Costo de disposición final

$\$240 \times 630 = \$151,200$

Costo del flete

$\$40 \times 630 = \$25,200$

Costo del envase

$\$40 \times 630 = \$25,200$

Costo de aplicación

$\$2,000$

Costo Total $151,200 + 25,200 + 25,200 + 2,000 = \$203,600.00$

Reducción en los costos $288,000 - 203,600 = \$84,400.00$

• **Costos aplicando la medida a.3**

con 450 tambores/año (50% del inicial)

Costo de disposición final

$\$240 \times 450 = \$108,000$

Costo del flete

$$\$40 \times 450 = \$18,000$$

Costo del envase

$$\$40 \times 450 = \$18,000$$

Compactadora

$$\$60,000$$

Con depreciación del valor a 10 años

Compactadora	\$6,000/año
--------------	-------------

Operación y mantenimiento	\$6,000/año
---------------------------	-------------

Costo Total	$108,000 + 18,000 + 18,000 + 6,000 + 6,000 = \\$156,000.00$
--------------------	---

Reducción en los costos	$288,000 - 156,000 = \\$132,000.00$
--------------------------------	---

• **Costos aplicando la medida d.1**

Costo flete

$$\$40 \text{ flete/tcmbr} \times 900 \text{ tambres/año} = \$36,000.00/\text{año}$$

Costo del envase

$$\$40 \times 900 = \$36,000.00$$

Costo Total	$36,000 + 36,000 = \\$72,000.00/\text{año}$
--------------------	---

Reducción en los costos	$288,000 - 72,000 = \\$216,000.00/\text{año}$
--------------------------------	---

- **Costos aplicando las medidas a.2, a.3 y d.1**

Costo flete

$\$40 \text{ flete/tambor} \times 315 \text{ tambores/año} = \$12,600.00/\text{año}$

Costo envase

$\$40 \times 315 = \$12,600.00$

Costo de aplicación de medida a.2

$\$2,000$

Costo de aplicación de medida a.3

$\$12,000/\text{año}$

Costo Total $25,200.00 + 2,000 + 12,000 = 39,200/\text{año}$

Reducción en los costos $288,000 - 39,200 = \$248,800.00/\text{año}$

5.6 Residuos de materias primas

Los residuos de materias primas se pueden clasificar en varios rubros

- materias primas que no cumplen con las condiciones de calidad por caducidad o falta de control
- materias primas que sufrieron contaminación por contacto con otros materiales o por derrame
- materias primas que escapan del proceso

En la fábrica de pinturas se generan aproximadamente 12,000 kg/año en tambores de 200 kg cada uno, para un total de 60 tambores/año.

- a.1 Manejo de inventarios

Como parte fundamental de un programa de reducción de residuos peligrosos, se debe desarrollar un inventario de las materias primas utilizadas, conocer su forma de almacenamiento, periodicidad de uso, características de riesgo y procedimientos de manejo.

Se debe contar con información básica mediante un compendio de las hojas de datos seguridad de los materiales utilizados. Este compendio debe ser actualizado constantemente.

Deben evaluarse alternativas técnicas y económicas viables para la reducción del uso de materiales peligrosos por otros que no lo sean.

A su vez se deben establecer criterios para evitar mantener un stock excesivo de materias primas que puedan generar residuos debido a que no sean utilizadas o por su caducidad. En este punto es importante mantener un laboratorio de control de calidad para verificar también que los materiales adquiridos cumplan con las especificaciones mínimas para el proceso, tal que los materiales que no aprueben este control sean regresados al proveedor.

- a.2 Modificación de los procesos

Se deben establecer procedimientos de control en la recepción, almacenamiento y manejo de materiales, para evitar en su totalidad que ocurran incidentes que generen derrames o contaminación con otros materiales que generen residuos peligrosos por ese hecho.

Otro tanto se debe realizar en las diferentes áreas de producción a fin de manejar estándares de calidad que permitan un control estricto y evitar de esta manera pérdidas de materiales por derrames y contaminación.

Para ello, el primer paso es la revisión de los procedimientos actuales en todos los departamentos

Detectar puntos críticos donde se puedan introducir cambios en los procedimientos para evitar la generación de residuos.

Definir y aplicar procedimientos de control de calidad para evitar la generación de residuos en las diferentes áreas.

- a.4 Recuperación y reuso

Algunos materiales derramados y/o contaminados que por estas circunstancias no pueden ser utilizados en un proceso específico o línea de producción pueden ingresar a otra donde no se requiera un alto grado de pureza.

Los residuos de materias primas pueden ser recuperadas y regresar directamente en los procesos de producción.

Las acciones anteriores en su conjunto permitirían reducir en su totalidad la generación de residuos de materias primas que puedan ser considerados como residuos peligrosos hasta en un 90%. El 10% restante deberá ser manejado con las medidas de seguridad del caso.

- b. Recolección y envase

Los residuos de materias primas que puedan ser consideradas como peligrosas pueden manejarse en tambos metálicos de 200 litros de capacidad, con etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico. Los materiales incompatibles deben envasarse por separado.

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal para los residuos de materias primas debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles.

- d 2 Confinamiento

El destino final de los residuos peligrosos de materias primas sería el confinamiento controlado y autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). En México actualmente existe solamente dos confinamientos controlados públicos en operación:

- 1 Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V. en Mina Nuevo León
- 2 Confinamiento Parque Industrial de Hermosillo O.P.D. en Hermosillo Sonora

Confinamiento y Tratamiento de Residuos

El confinamiento es un sitio con características especiales de clima, geología, hidrología y suelos, además de infraestructura y procedimientos de operación específicos que cumplen con las normas establecidas al respecto, lo cual permite almacenar residuos peligrosos sin afectar el medio ambiente, los recursos naturales y las poblaciones cercanas.

Los residuos de materias primas son almacenados dentro de los envases herméticamente cerrados en celdas construidas con materiales impermeables.

- **Costos sin considerar minimización**

Costo de disposición final (confinamiento controlado)

\$140.00/tambor 200 lts

con 60 tambores/año

$\$140 \times 60 = \$8,400.00/\text{año}$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 kg

$\$40 \times 60 = \$2,400.00/\text{año}$

Costo del envase

\$40.00/tambor

\$40 x 60 = \$2,400.00/año

Subtotal

8,400 + 2,400 + 2,400 = \$13,200.00/año

Costo de la materia prima perdida

5 x 13,200 = \$66,000.00

Costo Total **13,200 + 66,000 = \$79,200.00**

• **Costos aplicando las medidas en conjunto**

con 6 tambores/año (10% del inicial)

Costo de disposición final

\$140 x 6 = \$840

Costo del flete

\$40 x 6 = \$240

Costo del envase

\$40 x 6 = \$240

Subtotal

840 + 240 + 240 = \$1,320.00

Costo materia prima perdida

$$1,320 \times 5 = 6,600$$

Costo de aplicación de medida a.1 \$5,000

Costo de aplicación de medida a.2 \$10,000

Costo de aplicación de medida a.3 \$5,000

Costo Total **1,320 + 6,600 + 20,000 = \$27,920.00**

Reducción en los costos **79,200 - 27,920 = \$51,280.00**

5.7 Envases de materia prima

En la fabricación de pintura se utilizan materias primas cuyos envases son definidos como peligrosos dentro de la normatividad vigente; además, ciertos residuos de otras materias son también residuos peligrosos. Los recipientes cuyos envases son definidos como peligrosos y que son utilizados en una planta de pinturas de las características de producción definidas son los indicados en las Tablas 8 y 9.

Algunos materiales utilizados en la fabricación de pinturas no se encuentran relacionados en estas Tablas, debido a que los recipientes que los contienen son generalmente tanques de almacenamiento atmosféricos.

- a.1 Manejo de inventarios

Deben evaluarse alternativas técnicas y económicas viables para la reducción del uso de materiales peligrosos por otros que no lo sean.

Se deben establecer criterios para evitar mantener una reserva excesiva de materias primas que puedan generar residuos debido a que no sean utilizadas, o a su caducidad.

- a.2 Modificación de los procesos.

Se deben establecer procedimientos de control en la recepción, almacenamiento y manejo de materiales, para evitar que ocurran incidentes que produzcan derrames por ruptura de los recipientes o la contaminación con otros materiales que generen residuos peligrosos por ese hecho.

- a.3 Reducción de volumen

Por otro lado, la reducción de volumen se puede obtener mediante compresión tanto para bolsas de papel o plástico, como con tambores, que por ser definidos como residuos peligrosos y tener malas condiciones físicas deban ser dispuestos en confinamiento. Los barriles de plástico pueden reducir de tamaño por trituración o por compresión.

- a.4 Recuperación y reuso

La reducción de volumen se puede realizar removiendo la parte peligrosa del residuo. Algunas materias cuyos residuos son considerados peligrosos tienen recipientes que pueden, mediante remoción, quedar libres de materiales e inclusive pueden ser reutilizados, como son los casos de tambores, cuñetes o porrones. La materia removida puede a su vez ser reintegrada a los procesos productivos o bien ser dispuesta como residuos de materias primas de acuerdo con el punto anteriormente tratado.

Se realizará la limpieza de los recipientes como son tambores, cuñetes y porrones que pueden, libres de residuos, ser reutilizados o bien devolviéndolos a los proveedores los cuales pueden utilizarlos nuevamente como envases para la misma materia prima.

En el caso de recipientes que se encuentran definidos por norma como residuos peligrosos se tendría como opción el envío a una empresa que realice el proceso de remoción y tratamiento para su recuperación y reuso. De esta manera se pueden obtener incluso, recipientes para ser utilizados en el envase de productos terminados. Esto exclusivamente para el caso de tambores y cuñetes metálicos. La empresa deberá contar con las autorizaciones correspondientes y trasladar los recipientes en vehículos también autorizados. La fábrica de pinturas debe llevar el registro, almacenamiento y manejo correspondiente a los residuos peligrosos.

Adicionalmente, otro uso que se les puede dar a los recipientes definidos como residuos peligrosos, principalmente a los tambores, es el de envases de otros residuos peligrosos, siempre y cuando se hayan realizado los estudios de compatibilidad de residuos que determinen que entre el residuo y el envase no existe ninguna característica de incompatibilidad. Esto permite reducir el número de tambores en un 95%.

- b. Recolección y envase

Los recipientes tales como bolsas de papel o plástico que son residuos peligrosos o contienen residuos de materiales peligrosos deberán agruparse en pacas ya compactadas de acuerdo a lo señalado en el punto de reducción de volumen y de 1 m³ aproximadamente. Las bolsas se agruparán cuidando de no mezclar materiales incompatibles entre sí y se recomienda envolverlas en bolsas de material plástico resistente, cerrarlas y colocar la etiqueta que identifique el tipo de residuos y su riesgo específico.

Los tambores que por sus malas condiciones físicas deban ser enviados a confinamiento, deberán ser recolectados, previa compresión en pacas de hasta 1 m³ de volumen. Las pacas deberán ser etiquetadas con letreros que identifiquen el tipo de residuos y riesgo específico.

- c. Almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal para los residuos de materias primas debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de residuos incompatibles.

Los residuos que vayan a ser devueltos al proveedor deben estar en un área específica para su fácil identificación.

- d.2 Confinamiento

El destino final de los residuos peligrosos como son los envases, será el confinamiento controlado y autorizado por la Semarnap.

El confinamiento es un sitio con características especiales de clima, geología, hidrología y suelos, además de infraestructura y procedimientos de operación específicos que cumplen con las normas establecidas al respecto, lo cual permite almacenar residuos peligrosos sin afectar el medio ambiente, los recursos naturales y las poblaciones cercanas.

Los envases con residuos de materias primas y aquellos definidos como peligrosos por la norma correspondiente son almacenados en celdas construidas con materiales impermeables.

5.7.1 Costos de las Medidas

- ◆ Tambores

- Costo sin considerar minimización

Se tendrían 93,939 kg de tambor, considerando 20 kg/tambor

4697 tambores

Costo de disposición final

\$75/tambor

$$\$75 \times 4697 = \$352,275$$

Costo del flete del tambor vacío

\$30/tambor

$$\$30 \times 4697 = \$140,910$$

Costo mínimo del envase perdido (el tambor vacío tiene un valor en el mercado de \$18)

$$\$18 \times 4697 = \$84,546$$

$$\text{Costo Total} \quad 352,275 + 140,910 + 84,546 = \$577,731.00$$

• Costo aplicando la medida a.3

De los 93,939 kg de tambores, se compactarán para generar pacas de una tonelada cada una

94 pacas/año

Costo de disposición final

\$500/paca

$$\$500 \times 94 = \$47,000$$

Costo del flete del tambor en pacas

\$185/paca

$$\$185 \times 94 = \$17,390$$

Costo mínimo del envase perdido (el tambor vacío tiene un valor en el mercado de \$18)

$$\$18 \times 4697 = \$84,546$$

Costo del equipo

Compactadora \$80,000

con depreciación a 10 años

Compactadora \$8,000/año

Operación y mantenimiento \$8,000/año

$$\text{Costo Total} \qquad \qquad \qquad 47,000 + 17,390 + 84,546 + 16,000 = \$164,936$$

$$\text{Reducción de costos} \qquad \qquad \qquad 577,731 - 148,936 = \$412,795.00$$

- Costo aplicando la medida a.4

Opción 1

De los 4697 tambores, se venderán el 95% a una empresa autorizada para su recuperación y reciclaje. El 5% restante se asume como tambores que no pueden ser recuperados y que por tanto se enviarán a disposición final en confinamiento, por estar en malas condiciones.

$$4697 \text{ tambores/año} \times 0.95 = 4462 \text{ tambores}$$

Cada tambor tiene un costo de venta de \$18

$$\$18 \times 4462 = \$80,316.00$$

Costo de disposición final

$$\$75 \times 235 = \$17,625$$

Costo del flete del tambor vacío

$$\$30 \times 235 = \$7,050$$

Costo mínimo del envase perdido (no se considera)

$$\text{Ganancias} \quad 80,316 - 17,625 - 7,050 = \$55,641/\text{año}$$

$$\text{Ahorro real} \quad \$577,731.00/\text{año}$$

Opción 2

De los 4697 tambores, se utilizarán el 95% para enviar los residuos peligrosos. Se deberá cuidar que no exista incompatibilidad entre el residuo y el envase de acuerdo a la norma NOM-ECOL-055/1993. El 5% restante, tambores con graves daños físicos se enviarán a disposición final en confinamiento.

$$4697 \text{ tambores/año} \times 0.95 = 4462 \text{ tambores}$$

Cada tambor tiene un costo de venta de \$18, pero los tambores recuperados son comprados a \$40, por lo cual se ahorran \$22 por cada tambor que se utiliza para envasar residuos peligrosos.

Si no se presenta ninguna otra medida de minimización de residuos, se requerirán 7,002 tambores, por lo cual se utilizarían los 4,462 tambores disponibles.

$$\$22 \times 4462 = \$98,184.00$$

Costo de disposición final

$$\$75 \times 235 = \$17,625$$

Costo del flete del tambor vacío

$$\$30 \times 235 = \$7,050$$

Costo mínimo del envase perdido (no se considera)

Ganancias $98,164 - 17,625 - 7,050 = \$73,489/\text{año}$

Ahorro real $\$577,731.00/\text{año}$

Pero si se instrumentan todas las medidas de minimización se requerirán solamente 2,027 tambores.

$4462 - 2027 = 2435$ tambores

Costo real del tambor utilizado

$\$22/\text{tambor}$

$\$22 \times 4462 = \$44,594$

Tambores a recuperación

$\$18/\text{tambor}$

$\$18 \times 2435 = \$43,830$

Costo de disposición final para los tambores restantes.

235 tambores $\times 20$ kg/tambor = $4,700$ kg

$\$500 \times 4.7$ ton = $\$2,350$

Costo del flete del tambor en pacas

$\$185 \times 4.7 = \869.50

Costo del equipo

Compactadora $\$80,000$

Con depreciación a 10 años

Compactadora \$8,000/año

Operación y mantenimiento \$8,000/año

Ganancias $44594 + 43830 - 2350 - 869.5 - 8,000 + 8,000 = 69,204.5/\text{año}$

Ahorro real \$577,731.00/año

◆ Bolsas o sacos de plástico o papel

• Costo sin considerar minimización

Se estima una generación de 73,572 kg de bolsas de papel y plástico. Las bolsas van en pacas de 20 kg aproximadamente, es decir 80 bolsas por paca de 1m³.

$$73,572/20 = 3,679 \text{ pacas}$$

Costo de disposición

\$500/paca

$$\$500 \times 3,679 = \$1,839,500$$

Costo de transporte

\$40/paca

$$\$40 \times 3,679 = \$147,160$$

Costo total $1,839,500 + 147,160 = \$1,986,660$

• **Costo aplicando la medida a.3**

Con una compactadora, se logra una reducción de hasta un 80%, es decir se logran pacas de 80 kg.

$$73\ 572/80 = 920 \text{ pacas}$$

Costo de disposición

$$500 \times 920 = 460,000$$

Costo de flete

$$40 \times 920 = 36,800$$

Costo de equipos

compactadora	\$80,000
con depreciación a 10 años	\$8,000/año
operación y mantenimiento	\$8,000/año

$$\text{Costo total} \quad 460,000 + 36,800 + 8,000 + 8,000 = \$512,800$$

$$\text{Reducción de costos} \quad 1,988,660 - 512,800 = \$1,473,860$$

◆ **Cuñetes**

• **Costo sin considerar minimización**

199,099 kg de cuñetes o 19,910 cuñetes

Costo disposición

\$75/cuñete

$$75 \times 19,910 = \$1,493,250$$

Costo de flete

\$15/cuñete

15 x 19,910 = 298,650

Costo de cuñete, para recuperación, se paga a \$8 por pieza

8 x 19,910 = 159,280

Costo total $\$1,493,250 + 298,650 - 159,280 = \$1,951,180.00/\text{año}$

• **Costo aplicando la medida a.3**

Costo de disposición

\$500/ton x 199 ton = \$99,500

Costo de flete

\$185/ton x 199 = \$36,815

Costo del cuñete

8 x 19,910 = \$159,280

Costo de equipos

compactadora	\$80,000
con depreciación a 10 años	\$8,000/año
operación y mantenimiento	\$8,000/año

Costo total $\$99,500 + 36,815 + 159,280 + 16,000 = \$367,280.00/\text{año}$

Reducción de costos $1,951,180.00 - 367,280 = \$1,583,900/\text{año}$

- **Costo aplicando la medida a.4**

Se vende el 95% de los tambores

$$18914 \times 8 = \$151,312$$

El 5% se envía a confinamiento

Costo disposición

$$996 \times 75 = \$74,700$$

Costo flete

$$996 \div 15 = \$14,940$$

$$\text{Ganancias} \quad \$151,312 - 74,700 - 14,940 = \$61,672.00/\text{año}$$

$$\text{Ahorro real} \quad \$1,951,180.00/\text{año}$$

- ◆ **Porrones**

- **Costo sin considerar minimización**

168,244 kg de porrones o 33,469 porrones

Costo disposición

\$20/porrón

$$20 \times 33,469 = \$672,980$$

Costo de flete

\$7/purrón

$$7 \times 33,649 = 235,543$$

Costo total $\$672,980 + 235,543 = \$908,523.00/\text{año}$

• **Costo aplicando la medida a.3**

Utilizando un equipo para triturar los porrones y enviarlos a confinamiento en tambos metálicos de 150 kg.

Costo de disposición

\$140/tambor

$$168,244 \text{ kg}/150 \text{ kg} = 1121.62 \text{ tambores}$$

$$\$140/\text{tambor} \times 1,122 \text{ tambores} = 157,080$$

Costo de flete

\$40/tambor

$$\$40 \times 1,122 = \$44,880$$

Costo del envase

\$40/tambor

$$\$40 \times 1,122 = \$44,880$$

Costo de equipos

Costo trituradora	\$120,000
con depreciación a 10 años	\$12,000/año
Costo operación y mantenimiento	\$12,000/año

Costo total $\$157,080 + 44,880 + 44,880 + 12,000 + 12,000 = \$270,840.00/\text{año}$

Reducción de costos $\$1,951,180.00 - 270,840 = \$637,683$

5.8. Recipientes de productos rechazados

Los productos que son rechazados por los clientes, por no presentar las características de calidad deseadas, pueden ser reintegrados a los procesos para modificar sus características y obtener un nuevo producto con condiciones para su venta nuevamente. Sin embargo en la mayoría de los casos sus envases no pueden ser reutilizados. Los envases impregnados con productos base solvente pueden ser considerados como residuos peligrosos.

Para reducir la cantidad de residuos, se debe reducir la fuente, es decir se debe evitar el rechazo de productos.

Se generan aproximadamente 11,710 kg/año de residuos, los cuales se envasan en tambor de 50 kg cada uno, para un total de 234 tambores/año.

- a.1 Manejo de inventarios

Deben evaluarse alternativas técnicas y económicas viables para la reducción del uso de materiales peligrosos por otros que no lo sean.

Se debe contar con un laboratorio de control de calidad para verificar también que los materiales adquiridos cumplan con las especificaciones mínimas para el proceso, de tal manera que los materiales que no aprueben este control sean regresados al proveedor. De esta manera se reduce el riesgo de rechazo de productos derivados de una materia prima de mala calidad o fuera de especificaciones.

- a.2 Modificación de los procesos

Se deben establecer procedimientos de control en la recepción, almacenamiento y manejo de materiales y en las diferentes áreas de proceso a fin de manejar estándares de calidad en las condiciones de operación que permitan un control estricto de la calidad de los productos. Se deben llevar a cabo las siguientes actividades:

- Revisión de los procedimientos actuales en todos los departamentos.
- Realizar investigación y desarrollo de productos de mejor calidad.

- Detectar puntos críticos donde se puedan introducir cambios en los procedimientos para obtener productos de mayor calidad.
- Definir y aplicar procedimientos de control de calidad de materias primas, productos semi elaborados y productos terminados.

Se estima que con las medidas a.1 y a.2 se obtenga una reducción del 70% de productos de rechazo, que son los precursores de los residuos peligrosos.

- a.3 Reducción de volumen

La reducción de volumen se puede obtener, mediante compresión para los recipientes que por tener malas condiciones físicas deban ser dispuestos en confinamiento. La compresión permite la reducción a 1/3 del volumen original.

- a.4 Recuperación y reuso

Se podrá realizar la venta de algunos recipientes como son tambores, cubetas a empresas autorizadas para su tratamiento y reciclaje. Libres de residuos, los recipientes pueden ser reutilizados. Se estima en un 40% los recipientes que pueden ser vendidos para su reciclaje.

- b. Recolección y envase

Los envases menores que no puedan ser recuperados pueden ser comprimidos y depositados en tambores de 200 litros con 150 kg cada tambor, con etiqueta que identifique su contenido y riesgo específico.

- c. Almacén temporal

El almacenamiento temporal para los residuos de materias primas debe llevarse a cabo en el almacén de residuos peligrosos, teniendo en cuenta que deben estar apartados de otros residuos incompatibles.

Los envases que hayan sido lavados no deben ser almacenados junto a los residuos peligrosos.

d.2 Confinamiento

El destino final de los envases de productos rechazados sería el confinamiento controlado y autorizado. Los residuos son almacenados en celdas construidas con materiales impermeables.

5.8.1 Costos de aplicación de las medidas

• Costos sin considerar minimización

Costo de disposición final (confinamiento controlado)

\$140.00/tambor 200 lts

con 234 tambores/año

$\$140 \times 234 = \$32,760.00/\text{año}$

Costo del flete

\$40.00/tambor 200 lts

$\$40 \times 234 = \$9,360.00/\text{año}$

Costo envase

\$40.00/tambor

$\$40 \times 234 = \$9,360$

Costo Total $32,760 + 9,360 + 9,360 = \$51,480.00/\text{año}$

• **Costos aplicando las medidas a.1 y a.2**

con tambores/año (30% del inicial)

Costo de disposición final

70 tambores

$$\$140 \times 78 = \$9,800.00$$

Costo del flete

$$\$40 \times 70 = \$2,800.00$$

Costo envase

$$\$40 \times 78 = \$2,800.00$$

Costo de aplicación de medida a.1

$$\$2,000$$

Costo de aplicación de medida a.2

$$\$6,000$$

$$\text{Costo Total} \quad 9,800 + 2,800 + 2,800 + 2,000 + 6,000 = \$23,400.00/\text{año}$$

$$\text{Reducción en los gastos} \quad 51,480 - 23,400 = \$28,080.00/\text{año}$$

• **Costos aplicando la medida a.3**

con 78 tambores/año (1/3 del total)

Costo de disposición final

$$\$140 \times 78 = \$10,920.00$$

Costo del flete

$$\$40 \times 78 = \$3,120.00$$

Costo envase

$$\$40 \times 78 = \$3,120.00$$

Costo del equipo

Compactadora

$$\$80,000$$

Costo del equipo con depreciación a 10 años

$$\$8,000/\text{año}$$

Operación y mantenimiento

$$\$8,000/\text{año}$$

$$\text{Costo Total} \quad 10,920 + 3,120 + 3,120 + 8,000 + 8,000 = \$33,160.00$$

$$\text{Reducción en los gastos} \quad 36,080 - 33,160 = \$2,920.00$$

• **Costos aplicando la medida a.4**

Se estima que puede mandarse a una empresa recicladora el 40% de los envases, de los cuales 20% serían los tambores de 200 lts y el 20% restante las cubetas de 19 lts.

El 20% de 11,710 = 2,342 kg

Para los tambores $2,342/20 = 117$ tambores

Para cubetas $2,342/1 = 2,342$ cubetas

La empresa recuperadora paga \$16 por tambor y \$0.3 por cubeta

$\$16 \times 117$ tambores = \$2,106

$\$0.3 \times 2,342$ cubetas = \$702.6

El restante 60%, se envía a confinamiento

Costo de disposición final

con tambores de 50 kg $7,026/50 = 140.5$ tambores/50 kg

$\$140 \times 140 = \$19,600.00$

Costo del flete

$\$40 \times 140 = \$5,600.00$

Costo envase

$\$40 \times 140 = \$5,600.00$

Costo Total $19,600 + 5,600 + 5,600 - 2,106 - 702 = \$27,992.00$

Reducción en los gastos $51,460 - 27,992 = \$23,468.00$

- **Costos aplicando las medidas en su conjunto**

Base 234 tambores, se reducen al 30% = 70.2 tambores (3,510 kg).

Se recupera el 40% = 28 tambores.

El resto (42.2 tambores/50 kg) se comprime hasta un tercio = 14 tambores/150 kg

El 20% de 3,510 = 702 kg

Para los tambores $702/20 = 35$ tambores

Para cubetas $702/1 = 702$ cubetas

La empresa recuperadora paga \$18 por tambor y \$0.3 por cubeta

$\$18 \times 35$ tambores = \$630

$\$0.3 \times 702$ cubetas = \$210.6

El restante 60%, se envía a confinamiento

Costo de disposición final

$\$140/\text{tambor} \times 14$ tambores = \$1,960.00

Costo del flete

$\$40 \times 14 = \560.00

Costo envase

$\$40 \times 14 = \560.00

Costo medida a.1

\$2,000

Costo medida a.2

\$6,000

Costo de compactadora con depreciación a 10 años

\$8,000/año

Operación y mantenimiento

\$8,000/año

Costo Total $1,960 + 660 + 660 + 2,000 + 6,000 + 8,000 + 8,000 - 630 - 210.6 = \$26,239.4$

Reducción en los costos $51,480 - 26,239.4 = \$25,240.6$

6. Programa de Implementación

Para cada uno de los residuos peligrosos materia de este Plan se debe contemplar, la implementación inmediata de las medidas que son de cumplimiento obligatorio, aquellas como son la identificación, recolección y envase de los residuos peligrosos, de acuerdo a sus características. Para ello debe utilizarse la norma NOM-052-ECOL/93, en caso necesario, realizar análisis tipo CRETIE. Implica además realizar trámites administrativos ante las autoridades como la presentación del manifiesto de generador.

Para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, se debe contar con un almacén temporal que cumpla con los requerimientos establecidos por el Reglamento en materia de residuos peligrosos; puede solicitarse inclusive el visto bueno de la autoridad. Se debe implementar también el control administrativo del almacén para llevar un estricto registro de lo generado y lo enviado a disposición final o recuperación y reciclaje.

El costo de la construcción y operación de un almacén temporal, con un área mínima de 400 m², techado, con iluminación y buena ventilación natural y que en suma cuente con las características señaladas por el Reglamento en la materia, esta estimada en \$350,000.00, más un 10% aproximado de costos de operación.

Establecido este control, se puede iniciar simultáneamente el envío de los residuos fuera de la planta ya sea a disposición final en confinamiento, incineración o bien a recuperación. Estas acciones deben llevarse a cabo bajo el control administrativo que requiere el Reglamento. El control administrativo incluye el registro de entrega, transporte y recepción de los residuos y la revisión de los permisos y autorizaciones de los prestadores de los servicios.

Estas medidas deben ser llevadas a cabo para regularizar, en su caso, el estado legal de la fábrica de pinturas en cuestión de residuos peligrosos, en un plazo de un mes.

Una vez establecido el control interno del manejo de residuos peligrosos, se podrán iniciar las acciones tendientes a la minimización de los residuos peligrosos dentro de la planta.

En cada uno de los puntos del Plan, se deberán definir las posibles modificaciones en los procesos que coadyuven o permitan una reducción en la generación de los residuos peligrosos. Esta modificación puede depender en algunos casos, de un mejor control de las condiciones ya establecidas, mediante programas de capacitación y supervisión más constante. En algunos otros

casos, se involucrarán estudios y pruebas experimentales, así como programas de control de calidad y por tanto también cursos de capacitación para su aplicación.

La aplicación de las medidas para la modificación de procesos se estima en un periodo de 8 hasta 12 semanas para investigar, evaluar y aplicar las medidas de modificación.

El manejo de inventarios forma parte también de la identificación de residuos. Se deberá analizar los métodos de compra y almacenamiento de materias primas. El periodo para analizar, proponer e instrumentar un sistema de manejo que permita la reducción de residuos peligrosos es de 4 a 8 semanas.

La reducción del volumen se logrará principalmente mediante dos líneas. La primera y más sencilla es mediante cotización, compra e instalación de compactadora para metales y compactadora para papel, plástico y telas. La puesta en operación de estas medidas pueden realizarse en 8 semanas.

La segunda línea y principal de todo el sistema de minimización de residuos peligrosos, se refiere al manejo de los lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales. El sistema de eliminación de humedad requiere una inversión relativamente elevada pero que trae consigo una reducción significativa de los costos de manejo y disposición de residuos peligrosos. Se estima que puede implementarse este sistema en un plazo de aproximadamente 4 meses o 16 semanas.

La incineración de los lodos *"in situ"*, resulta más costosa que el envío del residuo a un incinerador de cementos como combustible alterno, por lo cual esta medida no se considera dentro del programa.

Finalmente se presentan a continuación las Gráficas 1 y 2 que se refieren al Programa calendarizado de realización y de inversión para la aplicación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos peligrosos en una Fábrica de Pinturas.

La Gráfica 3 presenta la reducción en costos que significará la aplicación de las medidas para cada uno de los residuos peligrosos materia del presente estudio.

GRAFICA N° 1

PROGRAMA CALENDARIZADO PARA LA APLICACION DE LAS MEDIDAS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS

N° Fuente y Medidas/Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1 Lodos de destilación de solventes																									
1 a 2. Modificación en procesos																									
1 b. Recolección y envase																									
1 c. Almacenamiento temporal																									
1 d. 1. Eliminación térmica																									
2 Lodos de aguas residuales																									
2 a 2. Modificación de procesos																									
2 a 3. Reducción en volumen																									
2 b. Recolección y envase																									
2 c. Almacenamiento temporal																									
2 d. 1. Eliminación térmica																									
3 Residuos de resinas																									
3 a 2. Modificación en procesos																									
3 b. Recolección y envase																									
3 c. Almacenamiento temporal																									
3 d. 1. Eliminación térmica																									
4 Residuos de filtración de pintura																									
4 b. Recolección y envase																									
4 c. Almacenamiento temporal																									
4 d. 1. Eliminación térmica																									
5 Trapos de limpieza																									
5 a 2. Modificación de procesos																									
5 a 3. Reducción de volumen																									
5 b. Recolección y envase																									
5 c. Almacenamiento temporal																									
5 d. 1. Eliminación térmica																									
6 Residuos de materias primas																									
6 a. 1. Manejo de inventarios																									
6 a. 2. Modificación de procesos																									
6 a. 4. Recuperación y reuso																									
6 b. Recolección y Envase																									
6 c. Almacenamiento temporal																									
6 d. 2. Confinamiento controlado																									
7 Envase de materia prima																									
7 a. 3. Reducción de volumen																									
7 a. 4. Recuperación y reuso																									
7 b. Recolección y envase																									
7 c. Almacenamiento temporal																									
7 d. 2. Confinamiento controlado																									
8 Recipientes de producto devuelto																									
8 a. 1. Manejo de inventarios																									
8 a. 2. Modificación de procesos																									
8 a. 3. Reducción de volumen																									
8 a. 4. Recuperación y reuso																									
8 b. Recolección y envase																									
8 c. Almacenamiento temporal																									
8 d. 2. Confinamiento controlado																									

GRAFICA N° 2

PROGRAMA DE INVERSION PARA LA APLICACION DE LAS MEDIDAS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS

N° Fuente y Medidas/Meses	1	2	3	4	5	6	TOTAL
1 Lodos de destilación de solventes							
1 a 2 Modificación en procesos		\$500	\$500				\$1,000
1 c. Almacenamiento temporal	\$30,000	\$30,000					\$60,000
2 Lodos de aguas residuales							
2 a 2 Modificación de procesos		\$5,000	\$5,000				\$10,000
2 a 3 Reducción en volumen			\$30,000	\$40,000	\$40,000	\$64,000	\$174,000
2 c. Almacenamiento temporal	\$45,000	\$45,000					\$90,000
3 Residuos de resinas							
3 a 2 Modificación en procesos		\$250	\$250				\$500
3 c. Almacenamiento temporal	\$5,000	\$5,000					\$10,000
4 Residuos de filtración de pintura							
4 c. Almacenamiento temporal	\$5,000	\$5,000					\$10,000
5 Trapos de limpieza							
5 a 2 Modificación de procesos		\$1,000	\$1,000				\$2,000
5 a 3 Reducción de volumen			\$30,000	\$30,000			\$60,000
5 c. Almacenamiento temporal	\$15,000	\$15,000					\$30,000
6 Residuos de materias primas							
6 a 1 Manejo de inventarios	\$2,000	\$3,000					\$5,000
6 a 2 Modificación de procesos		\$5,000	\$5,000				\$10,000
6 a 4 Recuperación y reuso			\$2,500	\$2,500			\$5,000
6 c. Almacenamiento temporal	\$5,000	\$5,000					\$10,000
7 Envase de materia prima							
7 a 3 Reducción de volumen		\$60,000	\$60,000				\$120,000
7 c. Almacenamiento temporal	\$60,000	\$60,000					\$120,000
8 Recipientes de producto devuelto							
8 a 1 Manejo de inventarios	\$2,000						\$2,000
8 a 2 Modificación de procesos	\$2,000	\$2,000	\$2,000				\$6,000
8 a 3 Reducción de volumen			\$40,000	\$40,000			\$80,000
8 c. Almacenamiento temporal	\$5,000	\$5,000					\$10,000
TOTAL	\$178,000	\$248,750	\$176,250	\$112,500	\$40,000	\$64,000	\$815,500

GRAFICA N° 3

REDUCCION DE COSTOS POR LA APLICACION DEL PLAN

N° Fuente y Medidas/Semanas	Reducción Anual por Aplicación del Plan
1 Lodos de destilación de solventes	\$80,218
1 a 2 Modificación en procesos	
1 b Recolección y envase	
1 c Almacenamiento temporal	
1 d 1 Eliminación térmica	
2 Lodos de aguas residuales	\$1,378,880
2 a 2 Modificación de procesos	
2 a 3 Reducción en volumen	
2 u Recolección y envase	
2 c Almacenamiento temporal	
2 d 1 Eliminación térmica	
3 Residuos de resinas	\$8,880
3 a 2 Modificación en procesos	
3 b Recolección y envase	
3 c Almacenamiento temporal	
3 d 1 Eliminación térmica	
4 Residuos de filtración de pintura	\$8,840
4 b Recolección y envase	
4 c Almacenamiento temporal	
4 d 1 Eliminación térmica	
5 Trapos de limpieza	\$248,800
5 a 2 Modificación de procesos	
5 a 3 Reducción de volumen	
5 b Recolección y envase	
5 c Almacenamiento temporal	
5 d 1 Eliminación térmica	
6 Residuos de materias primas	\$51,280
6 a 1 Manejo de inventarios	
6 a 2 Modificación de procesos	
6 a 4 Recuperación y reuso	
6 b Recolección y Envase	
6 c Almacenamiento temporal	
6 d 2 Confinamiento controlado	
7 Envase de materia prima	\$4,840,454
7 a 3 Reducción de volumen	
7 a 4 Recuperación y reuso	
7 b Recolección y envase	
7 c Almacenamiento temporal	
7 d 2 Confinamiento controlado	
8 Recipientes de producto devuelto	\$25,240
8 a 1 Manejo de inventarios	
8 a 2 Modificación de procesos	
8 a 3 Reducción de volumen	
8 a 4 Recuperación y reuso	
8 b Recolección y envase	
8 c Almacenamiento temporal	
8 d 2 Confinamiento controlado	
TOTAL	\$8,442,370

V. CONCLUSIONES

La importancia de los residuos peligrosos radica en el impacto que generan a la salud humana y al ambiente en el caso de un mal manejo o disposición. En México este aspecto no había sido suficientemente atendido, razón por la cual miles de toneladas de residuos peligrosos al año eran dispuestos en lugares inadecuados.

El marco jurídico mexicano, sigue los pasos del estadounidense, sin embargo tiene aún deficiencias que impiden a las autoridades actuar en algunos casos, sobre todo por falta de infraestructura y de recursos.

Una de las ventajas del marco jurídico estadounidense consiste en que cuenta con un "superfondo" creado por las contribuciones de los propios industriales y destinado a limpiar sitios contaminados con residuos peligrosos cuando no se conoce o no se puede obligar de manera inmediata a actuar a los responsables.

Además es interesante el manejo del derecho a la información que se da en el vecino país, donde los individuos pueden solicitar y obtener la información acerca del manejo de materiales peligrosos dentro de las industrias.

En contrapartida en México se cuenta con facultades para imponer sanciones como son la clausura en sus distintas modalidades y el derecho de la ciudadanía para denunciar posibles daños al medio ambiente. El mecanismo de control es semejante al estadounidense, que aplica la filosofía del control de residuos "desde la cuna hasta la tumba". cabe señalar también que en México, la responsabilidad del manejo de residuos peligrosos es compartida tanto por el industrial como por la autoridad.

Sin embargo las autoridades mexicanas aún no cuentan con los recursos suficientes para hacer cumplir la legislación y dar respuesta cabal a los reclamos de la población en materia ambiental.

El problema en México con el marco jurídico es que mientras por una parte, se bloquean complica la creación de empresas dedicadas al manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos, que puedan permitir a los industriales tener alternativas para el manejo de sus residuos, por otra parte se ha permitido la operación de algunas de ellas sin darle el seguimiento adecuado.

Un claro ejemplo de lo primero es que se requieren varios trámites para poder destilar el solvente gastado y para el reuso de materiales *in situ*, que inclusive se contempla su promoción en la legislación.

El Convenio Bilateral Fronterizo es una parte importante que ha impedido un grave impacto en el aspecto ecológico en nuestro país derivado de la apertura comercial y de intercambio industrial entre México y los Estados Unidos: con él se ha logrado que miles de toneladas de residuos peligrosos generados por las maquiladoras dentro del país, se dispongan en el país de origen, Estados Unidos. Sin embargo, el Tratado de Libre Comercio implicará a mediano plazo que los residuos de las maquiladoras se queden en México.

La industria de la pintura es una fuente importante generadora de residuos peligrosos. En el presente trabajo, se estimó conforme a los coeficientes técnicos desarrollados en el mismo, una generación de aproximadamente 1,752 toneladas anuales de residuos peligrosos en una fábrica de pinturas que significa el 30% del mercado nacional. La mayor generación la representan las pinturas base solvente con casi dos terceras partes del total anual de residuos (1,068 toneladas).

Individualmente, los lodos provenientes del sistema de tratamiento de aguas residuales son el principal problema de generación de residuos peligrosos con casi las dos terceras partes de los residuos generados (1,056 toneladas) tanto para en los procesos de pinturas base agua y base solvente. Esto es importante debido a que en algunas empresas no se cuenta con este sistema de tratamiento lo cual implica que se están descargando al drenaje, una gran cantidad de residuos peligrosos.

Un buen manejo de este tipo de residuos, reduce substancialmente el volumen generado. Principalmente debe separarse el residuo peligroso de su parte inerte, en este caso el agua, que es realmente la mayor proporción del residuo. Por otra parte, el tratamiento *in situ* del solvente gastado genera lodos de destilación.

Estos dos tipos de residuos junto con otros más de gran contenido de materiales inflamables, tales como residuos de resinas y trapos impregnados con pintura o solventes, con alto calor de combustión son un producto aceptable para ser utilizados como combustibles alternos en hornos de alta eficiencia (equivalentes a incineradores).

Para los lodos del tratamiento de agua residual, su utilidad dentro del sistema no es tanto el de combustibles alternos (aun cuando presentan un calor de combustión aceptable), si no que además, su alto contenido de cenizas y productos inorgánicos no combustibles se mezclan con el producto que es el cemento al que se incorporan sin alterar su calidad.

Del presente trabajo se concluye que, una buena solución para la disposición de residuos peligrosos inflamables o materiales con un calor de combustión aceptablemente elevado es su utilización como combustibles alternos en hornos rotatorios de fabricación de cemento, con condiciones drásticas de operación que incluyen temperaturas elevadas (1500-2000 °C), tiempos de residencia largos y neutralización de ácidos por el material alcalino manejado, ofrecen diversas ventajas de esta técnica, tales como:

- bajo costo de disposición de residuos
- ahorro de combustibles
- impactos menores al ambiente
- sustitución de confinamientos controlados
- reutilización de residuos
- eliminación total del residuo

Por otra parte otro de los problemas principales de generación de residuo, no solo en la industria de la pintura, es la de los recipientes vacíos que han sido definidos como residuos peligrosos.

El manejo de estos residuo debe ser mediante empresas que los recuperen para su reutilización. Este procedimiento puede inclusive generar ganancias y desde luego evita enviarlos a un confinamiento controlado.

La aplicación del Plan de manejo de residuos en su conjunto permitirá la reducción real de costos del orden de \$6,442,000.00 cada año en una fábrica de pinturas con las características descritas (Pintura base agua: 49,031,100 L/año; pintura base solvente: 44,507,400 L/año).

Las autoridades deben impulsar la creación de empresas que manejen residuos peligrosos, como incineración, recuperación de recipientes y aún de confinamientos controlados.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Walter H. Carson
Global Environmental Issues and Sustainable Resource Management
Managing Solid Waste
Environmental Strategies Handbook
Rao V. Kolluru Editor in Chief
Mc Graw-Hill
1994
2. Residuos Peligrosos en el Mundo y en México
SEDESOL-INE
3. Earth Summit'92 UN
Conference on Environment and Development
Rio Janeiro
1992
4. Tesis: Metodología para la Realización de
Auditorías Ambientales en Plantas Industriales
Isela López Rivera y Jorge Casero Gordon
1991
5. Tesis: Alternativas de Solución para el Manejo de
Residuos Peligrosos en la Industria de Pinturas
José Antonio Muñoz y Carmen Anzures
1991
6. Ley General del Equilibrio Ecológico y la
Protección al Ambiente
Editorial Porrúa
Quinta Edición
1995

7. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos
Editorial Porrúa
Quinta Edición
1995

8. Regulación, Normas, Requisitos y Documentación
para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Septiembre, 1995

9. Ravi K. Jain
Regulatory Framework, United States, Canada and México
Environmental Strategies Handbook
Rao V. Kolluru Editor in Chief
Mc Graw-Hill 1994

10. Management of Hazardous Materials and Waste in Mexico:
Has México Achieved Equality with the United States?
Laurence K. Gustafson
Andrew L. Strong.

11. Resumen del Programa de la
Comisión de Cooperación Ambiental
1995

12. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, que establece los criterios para la
determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993

13. Norma Oficial Mexicana NOM-053-ECOL-1993, que establece los procedimientos para
llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen
peligroso a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993

14. **Minimization of Hazardous Waste Generation**
Gary E. Hunt and Roger N. Schechter
Treatment and Disposal
Standard Handbook of Hazardous Waste
Harry M. Freeman Editor in Chief
Mc Graw-Hill
1988
15. **Norma Oficial Mexicana NOM-054-ECOL-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos peligrosos.**
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993
16. **Hazardous Waste Management**
Thermal Processes
Charles A. Wentz
Mc Graw-Hill International Editions
1989
17. **Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-1994, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos.**
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993
18. **Norma Oficial Mexicana NOM-056-ECOL-1994, que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.**
Diario oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993
19. **Norma Oficial Mexicana NOM-057-ECOL-1993, que establece los requisitos de las celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos.**
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993

20. Norma Oficial Mexicana NOM-058-ECOL-1993, que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos sólidos.
Diario Oficial de la Federación
22 de Octubre de 1993