



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

**ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
INDUSTRIALES**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A:**

**ALEJANDRA CABELLO SALAS**

Asesor:

**M.C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

CIUDAD UNIVERSITARIA

2002.



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.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTTI/ 074/02

Señorita  
**ALEJANDRA CABELLO SALAS**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.C. **CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

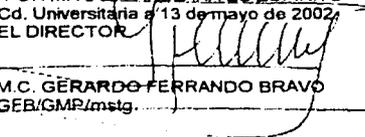
**"ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES."**

- I. **INTRODUCCION**
- II. **ANTECEDENTES**
- III. **ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES**
- IV. **CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTENEDORES INDUSTRIALES.**
- V. **SELECCIÓN DE CONTENEDORES**
- VI. **ANTEPROYECTO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INDUSTRIAL**
- VII. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- VIII. **ANEXOS.**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria a 13 de mayo de 2002.  
EL DIRECTOR

  
M.C. GÉRARDO FERRANDO BRAVO  
GEB/GMP/mstg

**AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.**

A Dios. Por todas las cosas, sucesos y personas que han existido en mi vida, pero sobre todo por seguir en este mundo y permitirme materializar este sueño de muchos años.

A mis Padres: Pedro Cabello Maya y Graciela Salas Pacheco por darme la vida, por mi educación, y la oportunidad de prepararme profesionalmente.

A mi Madre: Por todo su esfuerzo, dedicación, empeño, paciencia, constancia, sacrificio, y lucha constante por llevarme en el mejor camino de la vida, pero sobre todo por creer en mi.

A mis hermanos: Themis, Ángel, Pedro, Paco, Claudia, Cynthia, por todos los momentos tan felices que he pasado junto a cada uno de ellos, pero sobre todo por su amor, influencia, apoyo y amistad. A Mis Sobrinos : Grizzell, Gustavo, Karen, Jorge, Israel, y Gustavo. Por su cariño

A Manrique Cornelio Magos, Por tu ayuda incondicional, por tu compañía, por tu cariño, por tu paciencia, por tu impulso, pero en esta ocasión un especial GRACIAS por todo el empeño que pusiste para que lograra terminar este trabajo.

A Mi Abuelita, Longina Maya, Tías Adela y Guadalupe Cabello Maya y Primos.

A Ileana García Cabello: Por tu cariño, amistad, y compañía.

A mi Director de Tesis: M.I Constantino Gutiérrez Palacios, gracias por creer en mi, por su apoyo y sus consejos.

Un Especial AGRADECIMIENTO a todos y cada una de mis MAESTROS, por todo su tiempo, su empeño, su vocación y dedicación, por compartir sus conocimientos, por que sin ellos no podría ser quien soy.

A todas y cada una de las personas que en su momento fueron buenos amigos y compañeros, y aunque la vida nos ha llevado por diferentes caminos, sin ellos mi vida escolar no hubiera sido tan linda.

A la Facultad de Ingeniería. Por darme una formación profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por ofrecerme y darme una excelente formación profesional.

**ÍNDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>iii.</b>
<b>Capítulo 1.</b>	
<b>Antecedentes.....</b>	<b>1.</b>
1.1. Clasificación de residuos sólidos.....	1.
1.2. Normas nacionales para residuos sólidos industriales.....	12.
1.3. Grupos industriales.....	17.
1.4. Residuos industriales.....	20.
1.5. Separación de los tipos de residuos industriales.....	32.
<b>Capítulo 2. Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.....</b>	<b>36.</b>
2.1. Función de los contenedores.....	36.
2.2. Ubicación e instalación de contenedores.....	36.
2.3. Características de los contenedores.....	38.
2.3.1. Contenedores cerrados.....	41.
2.3.2. Contenedores abiertos.....	57.
2.3.3. Contenedores semiabiertos.....	58.
<b>Capítulo 3. Criterios de diseño de contenedores industriales.....</b>	<b>64.</b>
3.1. Deficiencia, errores y anomalías a evitar.....	64.
3.2. Instalaciones interiores de los inmuebles.....	67.
3.3. Disposición que conviene adoptar.....	70.
3.3.1. Consideraciones generales.....	72.
3.3.1.1. Evaluación de las cantidades de residuos a almacenar.....	73.
3.3.1.2. Coordinación con el servicio de recogida.....	74.
3.3.1.3. Factores a considerar en el diseño y selección.....	76.
3.3.1.4. Maniobrabilidad.....	78.
3.3.1.5. Resistencia.....	79.
3.3.1.6. Higiene.....	79.
3.3.1.7. Materiales de construcción.....	80.

	Índice.
3.3.1.8. Costos.....	82.
3.3.1.9. Consideraciones de diseño.....	82.
<b>Capítulo 4. Selección de contenedores.....</b>	<b>87.</b>
4.1. Tipo de residuo.....	87.
4.2. Volumen de residuos a almacenar.....	95.
4.3. Costos.....	99.
<b>Capítulo 5. Anteproyecto de un sistema de almacenamiento industrial.....</b>	<b>100.</b>
5.1. Descripción de la industria.....	100.
5.2. Determinación del área requerida.....	104.
5.2.1. Estudios necesarios.....	106.
5.2.1.1. Topografía.....	106.
5.2.1.2. Mecánica de suelos.....	106.
5.2.1.3. Hidrología.....	108.
5.3. Diseño y selección de los contenedores.....	109.
5.4. Aspectos constructivos.....	110.
5.5. Costos.....	111.
<b>Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>113.</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>116.</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>118.</b>
Anexo A. Requisitos, documentos anexos, formatos y comprobantes, para la Autorización para el almacenamiento de residuos peligrosos en empresas de servicios INE-04-010.....	118.
Anexo B. Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos.....	119.

## **INTRODUCCIÓN.**

En nuestro país como en muchos otros países los residuos sólidos son manejados sin un debido control, esto por falta de información, ya que la generación de residuos sólidos presentan diferentes etapas desde conocer el tipo de residuo que se genera, pasando por su manejo dentro de las instalaciones, su almacenamiento, recolección, transporte exterior, el tratamiento que se les pudiera hacer a algunos de los residuos, y su disposición final, pero desgraciadamente aquí en México es carente la información en muchas de estas etapas ya que sólo se ha tomado con un poco de más importancia la disposición final de los residuos y sobre todo hablando de residuos peligrosos, sin embargo cada etapa es de suma importancia ya que si se tomara en cuenta que un mejor manejo en su almacenamiento, los residuos automáticamente tendrían una mejor disposición final, y esto es para cada una de las etapas, evitando una contaminación directa para algunos sectores que corren peligro para su salud. La falta de Normas referente a los residuos sólidos en general ya que sólo existen para los diferentes residuos peligrosos, en nuestro país es de gran relevancia ya que muchos de los tipos de residuos quedan a la deriva y la gente o industrias no saben como manejarlos.

Debido a todas estas razones se presenta este trabajo que su objetivo principal es DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES ASI COMO SU IMPORTANCIA. Y Para esto se desarrollan los seis capítulos que contiene este trabajo, dando a continuación un breve resumen de cada uno de ellos:

### **Capítulo 1. Antecedentes.**

En este capítulo se habla de las clasificaciones de los residuos sólidos, de las Normas que existen únicamente para los residuos sólidos peligrosos, dejando a los demás tipos de residuos a la deriva, nos abocamos a las industrias

presentando las diferentes industrias que existen así como, los diferentes tipos de residuos que generan cada una de ellas, por último se describe la separación que existe dentro de los residuos sólidos industriales.

#### Capítulo 2. Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

En este capítulo se da a conocer la función de los contenedores, el mejor lugar para su instalación, así como se trata de dar a conocer la diversidad de contenedores, sus funciones, sus materiales, sus características en sí casi todo lo necesario para poder tener un mejor conocimiento en su diversidad y función.

#### Capítulo 3. Criterios de diseño de contenedores industriales.

Para conocer el mejor almacenamiento que requiere una industria, es necesario que se conozcan diferentes aspectos de ella, y es por esto que en éste capítulo damos a conocer cuales son estos aspectos así como las consideraciones que debe de tomar para el diseño o selección de sus contenedores y para esto tratamos los errores que debe evitar principalmente en las instalaciones, cual es el mejor lugar para instalar un contenedor dentro de una industria, las consideraciones generales que se deben tomar en cuenta en el diseño de almacenamiento que son: la evaluación de la cantidad de residuos a almacenar, la coordinación con los camiones de recogida, la higiene, así como los factores de diseño de los contenedores como su maniobrabilidad, su resistencia, sus materiales, los costos, etc.

#### Capítulo 4. Selección de contenedores.

Para la selección de contenedores es necesario saber el tipo de residuo que se va a almacenar, pero no sólo eso en este capítulo se presenta una ecuación que nos ayudará a conocer el volumen que vamos a almacenar sirviéndonos esto para una optima selección de contenedores y selección de área, por último en este capítulo presentamos sólo algunos costos de contenedores.

Capítulo 5. Anteproyecto de un sistema de almacenamiento industrial.

Para este capítulo describimos a una industria y los tipos de residuos sólidos peligrosos que genera, el área adecuada para su almacenamiento, así como los estudios necesarios en esta área, se selecciona el mejor contenedor, se presenta en proceso constructivo y por último el costo de almacenamiento.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.

Se presentan las diferentes conclusiones a las que se llegan después de analizar el tema principal de este trabajo, así como, las recomendaciones que se proponen para un mejoramiento en el almacenamiento de los residuos sólidos.

## **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.**

### **1.1. Clasificación de residuos sólidos.**

Cada sector industrial genera diversas cantidades y tipos de residuos peligrosos. Tradicionalmente la industria los ha manejado mediante su disposición en terrenos baldíos o sitios abandonados en forma clandestina y sin ningún control, por lo que no existen datos precisos del volumen y del tipo de residuos peligrosos que se generan anualmente. Este tipo de información debe partir del conocimiento detallado de los procesos que se utilizan actualmente en nuestra industria, considerando las características de las materias primas, su procedimiento y operaciones de transformación, los métodos de almacenamiento y manejo internos de residuos, su transporte y disposición final.

Un primer intento por abordar el problema derivado de la generación de residuos debe partir de una clasificación de las fuentes generadoras como de los tipos de residuos que se producen.

Los residuos sólidos incluyen todos los materiales sólidos o semisólidos que el poseedor ya no considera de suficiente valor como para ser retenidos. La gestión de estos materiales residuales es la preocupación fundamental de todas las actividades englobadas en la gestión de residuos sólidos.

El conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de residuos sólidos.

Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están, en general, relacionados con el uso del suelo y su localización. Aunque pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, las siguientes categorías son útiles:

1. Domésticos
2. Comercial
3. Institucional
4. Construcción y demolición
5. Servicios municipales
6. Zonas de plantas de tratamiento
7. Industrial
8. Agrícola

Las instalaciones, actividades y localizaciones típicas para la generación de residuos asociadas a cada uno de estos orígenes son expuestas en la tabla 1.1, donde los residuos sólidos urbanos (RSU) normalmente se supone que incluyen a todos los residuos de la comunidad con la excepción de los residuos procesados industriales y de los residuos agrícolas.

#### TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Como una base para las discusiones subsiguientes ayudará la definición de los diferentes tipos de residuos sólidos que generan. Es importante que las definiciones de la terminología de los residuos sólidos y las clasificaciones varían sustancialmente en la literatura referente al tema y en la profesión. Consecuentemente, la utilización de los datos publicados requiere un cuidado considerable, juicio y sentido común. Las definiciones siguientes se intenta que sirvan como guía y no que sean precisas en un sentido científico.

Tabla 1.1

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Domestica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc., unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficina, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales (ver párrafo superior), residuos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	(como en comercial)
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.

Continuación Tabla 1.1

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento)	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento; incineradoras municipales	Aguas, aguas residuales y proceso de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Residuos sólidos urbanos	Todos los citados.	Todos los citados.
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de proceso industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

## DOMESTICO Y COMERCIAL

Los residuos sólidos domésticos, excluyendo los residuos especiales y peligrosos son tratados en el siguiente apartado, consisten en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. Típicamente la fracción orgánica de los residuos sólidos domésticos y comerciales está formada por materiales como residuos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, textiles, goma, cuero, madera, residuos de jardín. La fracción inorgánica esta formada por artículos como vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales féreos, suciedad. Si los componentes de los residuos no se separan cuando se desechan, entonces la mezcla de estos residuos se conoce como RSU domésticos y comerciales no seleccionados.

Los residuos que se descomponen rápidamente, especialmente en un clima templado, también se conocen como residuos putrefactibles. La fuente principal de residuos putrefactibles es la manipulación, la preparación, la cocción y la ingestión de comida. Frecuentemente, la descomposición conducirá al desarrollo de olores molestos y a la reproducción de moscas. En muchas localizaciones, la naturaleza putrefactible de estos residuos influirá en el diseño y en la operación del sistema de recogida de residuos sólidos.

Aunque existen más de 40 clasificaciones para el papel, el papel residual encontrado en los RSU esta típicamente compuesto de periódicos, libros y revistas, impresos comerciales, papel de oficina, cartón, embalajes de papel, otros papeles no destinados al embalaje, pañuelos y toallas de papel, y cartón ondulado.

Los materiales plásticos encontrados en los RSU se sitúan dentro de las siete categorías siguientes:

- Polietileno tereftalato (PET/1).
- Polietileno alta densidad (PE-HD/2).
- Policloruro de vinilo (PVC/3).
- Polietileno baja densidad (PE-LD/4).

- Polipropileno (PP/5).
- Poliestireno (PS/6).
- Otros materiales plásticos luminosos (7).

El tipo de recipientes plásticos pueden identificarse por el número de código (del 1 al 7, ambos incluidos) moldeado al fondo del recipiente. Plástico mezclado es el termino utilizado para la mezcla de tipos individuales de plástico encontrados en los RSU.

Residuos especiales. Los residuos especiales de origen domestico y comercial incluyen artículos voluminosos, electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca, residuos de jardín que son recogidos por separado, baterías, aceite y neumáticos. Estos residuos normalmente se manipulan separadamente de los otros residuos domésticos y comerciales.

Artículos voluminosos son artículos domésticos comerciales e industriales grandes, gastados o rotos, tales como muebles, lámparas, librerías, gabinetes de archivos, y otros artículos similares. Electrodomésticos de consumo incluye artículos gastados o rotos ya no queridos, tales como radios, estéreos y televisores. Productos de línea blanca son grandes electrodomésticos domésticos, industriales y comerciales, gastados o rotos, tales como cocinas, frigoríficos, lavavajillas lavadoras y secadoras. Cuando se recogen separadamente, los productos de línea blanca normalmente se desmontan para la recuperación de materiales específicos (por ejemplo cobre, aluminio, etc.).

Las principales fuentes de pilas y baterías son las viviendas y las instalaciones para la revisión de automóviles y otros vehículos. Las pilas domesticas vienen en una gran variedad de tipos, incluyendo alcalinas, de mercurio, plata, zinc, níquel y cadmio. Los metales que se encuentran en las pilas domesticas pueden causar la contaminación de las aguas subterráneas por su presencia

en el lixiviado; también pueden contaminar las emisiones aéreas y las cenizas de instalaciones de incineración de residuos. Actualmente muchos estados prohíben el vertido de pilas domésticas. Los automóviles utilizan baterías plomo-ácido, cada una contiene aproximadamente 8 kilos de plomo y 4 litros de ácido sulfúrico, siendo ambos materiales peligrosos.

La principal fuente de aceites usados es la revisión de los automóviles y otros vehículos por parte de sus dueños. El aceite residual, no recogido para el reciclaje, a menudo es tirado en el suelo; por las alcantarillas sanitarias, unitarias y de aguas de tormenta; o al cubo de la basura. El aceite residual vertido en el suelo o en las alcantarillas urbanas frecuentemente contamina las aguas superficiales y subterráneas así como el suelo. El aceite residual puesto en el mismo contenedor junto con otros componentes de los residuos sólidos tiende a contaminar a los componentes de los residuos y, por lo tanto, a reducir su valor como materiales para el reciclaje.

Entre 230 y 240 millones de neumáticos de goma son evacuados anualmente en vertederos o en pilas de almacenamiento de neumáticos. Como los neumáticos no se compactan bien, su evacuación en vertederos es un proceso costoso y derrochador de espacio. El almacenamiento de neumáticos también provoca grandes problemas estéticos y ambientales. Grandes incendios y difíciles de extinguir, han tenido lugar en algunas pilas de almacenamiento. Además, los neumáticos almacenados en pilas configuran un lugar de reproducción para los mosquitos.

#### INTITUCIONALES

Las fuentes institucionales de residuos sólidos incluyen centros gubernamentales, escuelas, cárceles y hospitales. Excluyendo a los residuos de fabricación de las cárceles y los residuos sanitarios de los hospitales, los residuos sólidos generados en estas instalaciones son muy similares a los RSU

no seleccionados. En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de otros residuos sólidos

### CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los residuos de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras, son clasificados como residuos de construcción. Las cantidades generadas son difíciles de estimar. La composición es variable, pero puede incluir suciedad; piedras; hormigón; ladrillos; escayola; maderas; grava, y piezas de fontanería, calefacción y electricidad. Los residuos de los edificios, calles levantadas, aceras, puentes y otras estructuras, son clasificados como residuos de demolición. La composición de los residuos de demolición es similar a la de los residuos de la construcción, pero puede incluir vidrios rotos, plásticos y aceros de reforzamiento.

### SERVICIOS MUNICIPALES

Otros residuos de la comunidad, que se derivan de la operación y el mantenimiento de las instalaciones municipales y de la provisión de otros servicios municipales, incluyen barraduras de la calle, basuras en la calle, residuos de los cubos de basura municipales, recortes del servicio del jardín, residuos de sumideros, animales muertos y los vehículos abandonados. Como es imposible deducir a donde se van a encontrar animales muertos y vehículos abandonados, estos residuos son frecuentemente identificados como de origen difuso no especificado. Los residuos de orígenes difusos no especificados se pueden comparar con aquellos de origen domésticos, que también son difusos pero específicos, ya que la generación de estos residuos es un acontecimiento repetitivo.

## RESIDUOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y OTROS RESIDUOS.

Los residuos sólidos y semisólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales son llamados residuos de plantas de tratamiento. Las características específicas de estos materiales varían, según la naturaleza del proceso del tratamiento. De momento su recogida no corre a cargo de la mayoría de las agencias municipales responsables de la gestión de residuos sólidos. Sin embargo, los fangos de plantas de tratamiento de aguas sucias con frecuencia son evacuados junto con los RSU en los vertederos municipales. En el futuro, la evacuación de los fangos de plantas de tratamiento probablemente llegará a ser un factor importante dentro de cualquier plan de gestión de residuos sólidos.

Los materiales restantes de la incineración de madera, carbón, coque y otros residuos combustibles son caracterizados como cenizas y rechazos (los residuos de plantas de energía normalmente no se incluyen en esta categoría porque son manipulados y procesados separadamente). Estos rechazos normalmente están compuestos por materiales finos y pulverulentos, cenizas, escorias de huella y pequeñas cantidades de los materiales quemados y parcialmente quemados. El vidrio, la cerámica y varios metales también se pueden encontrar en los rechazos de las incineradoras municipales.

## RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES EXCLUYENDO RESIDUOS DE PROCESO

Las fuentes de residuos sólidos generados en las zonas industriales, agrupados según su clasificación Industrial Estandarizada (SIC), son mostradas en el punto 1.4.

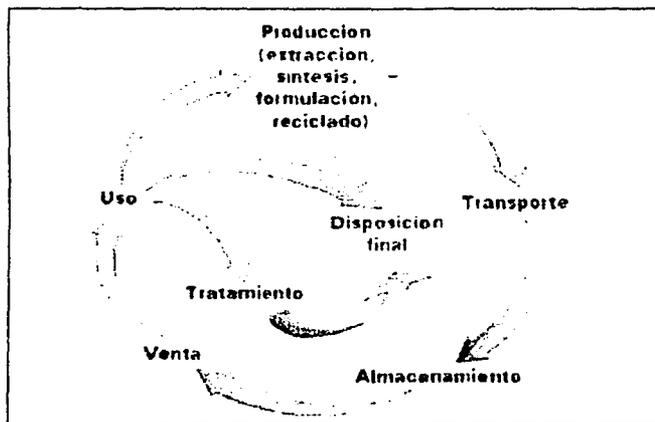
## RESIDUOS PELIGROSOS

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define como materiales peligrosos a los:

Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Como plantea la Ley, los residuos y los materiales peligrosos son la misma cosa. En el caso de los residuos químicos peligrosos, como lo indica la siguiente figura, éstos se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos, cuando quienes los poseen los desechan porque ya no tienen interés en seguirlos aprovechando. Es decir, se generan al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos; al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos (industriales, comerciales o de servicios) o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en esos procesos.

### Ciclo de Vida de los Materiales Peligrosos



En el caso de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, éstos incluyen: materiales de curación que contienen microbios o gérmenes y que han entrado en contacto o que provienen del cuerpo de seres humanos o animales infectados o enfermos (por ej. sangre y algunos fluidos corporales, cadáveres y órganos extirpados en operaciones), asimismo, incluyen cultivos de microbios usados con fines de investigación y objetos punzocortantes (incluyendo agujas de jeringas, material de vidrio roto y otros objetos contaminados).

Por lo anterior, los residuos peligrosos se generan prácticamente en todas las actividades humanas, inclusive en el hogar. Aunque, en el caso de los residuos químicos peligrosos, son los establecimientos industriales, comerciales y de servicios que generan los mayores volúmenes, mientras que los residuos biológico-infecciosos, se generan en mayor cantidad fuera de los establecimientos médicos o laboratorios, por el gran número de desechos contaminados que producen los individuos infectados o enfermos en sus hogares o en donde abandonen materiales que hayan entrado en contacto con su sangre (o esputo en el caso de individuos tuberculosos).

Es por las razones antes expuestas, que todos tenemos que conocer acerca de la peligrosidad y riesgo en el manejo de los residuos peligrosos de toda índole, así como saber qué medidas de protección se pueden adoptar para prevenir o reducir dicho riesgo, dado lo cual se están generando y difundiendo guías y manuales de buenas prácticas de manejo de tales residuos o normas oficiales mexicanas al respecto.

Para efecto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entiende por residuos peligrosos:

"Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (características CRETIB), representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente".

## **1.2. Normas nacionales para residuos sólidos industriales.**

En este punto nos referiremos especialmente a las Normas que se refieren al los residuos peligroso debido a que son las Normas mejor establecidas.

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-93 (actualmente en revisión para su reforma), establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad al ambiente. En dicha norma se plantea que; además de las características CRETIB, se tomará como base para determinar la peligrosidad de los residuos, el que éstos se encuentren comprendidos en los listados que se incluyen en sus anexos y que permiten su clasificación de acuerdo con su origen o composición, tal y como sigue:

- Giro industrial y proceso (Anexo 2 de la NOM-052-ECOL-93);
- Fuente no específica (Anexo 3 de la NOM-052-ECOL-93);
- Materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas (Anexo 4 de la NOM-052-ECOL-93);
- Residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas.

La Norma Oficial Mexicana (NOM-053-ECOL-93), establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Conforme a lo antes expuesto, un residuo se considera como peligroso porque posee propiedades inherentes o intrínsecas que le confieren la capacidad de provocar corrosión, reacciones, explosiones, toxicidad, incendios o enfermedades infecciosas.

El que un residuo sea peligroso no significa necesariamente que provoque daños al ambiente, los ecosistemas o a la salud, porque para que esto ocurra es necesario que se encuentre en una forma "disponible" que permita que se

difunda en el ambiente alterando la calidad del aire, suelos y agua, así como que entre en contacto con los organismos acuáticos o terrestres y con los seres humanos.

En el caso de los residuos químicos potencialmente tóxicos, para que éstos ocasionen efectos adversos en los seres vivos, se requiere que la exposición sea suficiente en términos de concentración o dosis, de tiempo y de frecuencia.

Para ilustrar este concepto puede utilizarse el ejemplo de los medicamentos que se recetan a un enfermo y que deben de tomarse en cierta cantidad o dosis (por ej. tabletas de 30 miligramos), durante cierto tiempo (cinco días seguidos) y con cierta frecuencia (tres veces al día). De no seguirse la receta, los medicamentos pueden no tener el efecto deseado y, por el contrario, si se toman en una dosis mayor, más tiempo o más frecuentemente, pueden llegar a ser tóxicos.

Un residuo biológico-infeccioso puede ser un riesgo cuando:

En el caso de los residuos biológico-infecciosos, para que puedan llegar a ocasionar una enfermedad se requieren reunir las condiciones siguientes:

- Que estén vivos;
- Que sean virulentos (capaces de provocar una enfermedad infecciosa);
- Que se encuentren en una cantidad o dosis suficiente;
- Que encuentren una vía de ingreso al cuerpo de los individuos expuestos;
- Que los individuos infectados tengan debilitados sus mecanismos de defensa habituales para combatir a los agentes infecciosos (por ej. fiebre, inflamación, células fagocitarias o que devoran a los microbios y anticuerpos).

Hasta ahora la literatura prácticamente no refiere casos de transmisión de enfermedades infecciosas por manipulación de residuos biológico-infecciosos, pero si existen estadísticas sobre la frecuencia con la que ocurren heridas al

manipular objetos punzocortantes contenidos en los residuos y acerca de las infecciones locales o sistémicas que a través de dichas heridas pueden ocurrir pero con otros microbios (tales como el que provoca el tétanos). También, existen estadísticas que confirman que la manipulación inadecuada de pacientes infectados en los establecimientos hospitalarios, o el uso de jeringas infectadas por drogadictos, así como el consumo de agua y alimentos contaminados con microbios, son causa frecuente de enfermedades contagiosas.

Por lo anterior, un residuo peligroso no necesariamente es un riesgo, si se maneja de forma segura y adecuada para prevenir las condiciones de exposición descritas previamente.

Las medidas que se pueden adoptar para lograr un manejo mas seguro de los residuos peligrosos y prevenir sus riesgos

Las disposiciones regulatorias (leyes, reglamentos y normas), establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad

Complementan las medidas regulatorias, los manuales, las guías, lineamientos, procedimientos y métodos de buenas prácticas de manejo de los residuos peligrosos, así como la divulgación de información, la educación y la capacitación de quienes los manejan.

Para efectos del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos (actualmente en revisión para su reforma), de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se entiende como generador a la:

"Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos".

En el Artículo 8º del citado Reglamento, se establece que el generador de residuos peligrosos deberá:

- I. Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría.
- II. Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos.
- III. Dar a los residuos el manejo previsto en el Reglamento y en las normas correspondientes.

IV. Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas respectivas (NOM-054-ECOL-93, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos).

V. Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este Reglamento y las normas respectivas.

VI. Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas respectivas (NOM-052-ECOL-93).

VII. Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y normas correspondientes.

VIII. Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y las normas correspondientes.

IX. Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y normas respectivas.

X. Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y normas aplicables.

XI. Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante el periodo en el formato que esta determine (la periodicidad y los formatos actuales van a cambiar próximamente).

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

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL-95), que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico infecciosos (cuyas reformas serán publicadas próximamente en el Diario Oficial de la Federación), se considera como establecimientos generadores de tales residuos a los indicados en la tabla 1.2.

Tabla 1.2.  
Establecimientos generadores de residuos biológico-infecciosos descritos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL-95)

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales que tengan de 1 a 50 camas.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen análisis de 21 a 100 análisis al día.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales con más de 50 camas.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis clínicos al día.</li> <li>• Laboratorios para la producción de biológicos.</li> <li>• Centros de enseñanza e investigación.</li> <li>• Centros antirrábicos.</li> </ul>

#### INFRAESTRUCTURA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

A partir de 1988, en que se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y cuatro Normas Oficiales Mexicanas que establecen los requisitos que deben reunir los sitios para ubicar confinamientos controlados, así como las

especificaciones para el diseño, construcción y operación de los mismos, revisadas en 1993 (NOM-055-ECOL-93, NOM-056-ECOL-93, NOM-057-ECOL-93 y NOM-058-ECOL-93), se establecieron las bases legales para el desarrollo del mercado de servicios de manejo de tales residuos.

La política ambiental en materia de residuos peligrosos promueve en primer término la prevención de su generación, así como su minimización a través del reuso y reciclado de los mismos, señala como segunda opción su tratamiento para reducir su volumen y peligrosidad y plantea como la última opción su confinamiento.

También aplica el principio de proximidad a fin de acercar la infraestructura tanto como sea posible, a quienes generan los residuos peligrosos, lo que además de reducir los riesgos en su transporte, disminuye los costos de su manejo.

A lo cual se suma la promoción de la adopción de tecnologías ambientalmente adecuadas.

En el Anexo A se presenta las bases para la Autorización para del almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos en empresas de servicio y Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos.

### **1.3. Grupos industriales.**

- Agricultura, productos forestales y de alimento.  
Agricultura, manejo forestal y pesquerías.  
Productos vegetales y animales del sector alimenticio.  
Industria de bebidas.  
Fabricación de alimentos para animales.
  
- Extracción mineral  
Minado y explotación de minerales no metálicos.

Minado y explotación de minerales metálicos.

- Generación de energía

Industria del carbón, incluyendo su extracción, producción de gas y coquizado.

Industria del petróleo y gas, incluyendo extracción y refinación de productos.

Productos de electricidad.

Captación y distribución de agua.

Distribución de energía.

- Fabricación de productos metálicos

Metalurgia ferrosa.

Metalurgia no ferrosa.

Fundición y operación sobre metales.

- Fabricación de productos minerales no metálicos

Materiales de construcción, cerámica y vidrio.

Refinación de sal.

Beneficios de asbestos.

Productos abrasivos.

- Química e industrias relacionadas

Petroquímicas.

Producción de químicos primarios.

Producción de tintas, barnices, pinturas y pegamentos.

Fabricación de productos fotográficos.

Industria del perfume, de jabones y detergentes.

Materiales plásticos y hules terminados.

Producción de pólvora y explosivos.

Producción de biocidas.

- Beneficios de metales, ingeniería e industria automotriz

Ingeniería mecánica.

Fabricación de equipo de oficina y de procedimiento de información.

Ingeniería eléctrica y electrónica.

Fabricación de motores y partes para vehículos.

Fabricación de otros equipos de transporte.

Instrumentos de ingeniería.

Otras industrias de fabricación y beneficio de metales.

- Industria textil de la piel y madera.

Industria textil y del vestido.

Industria de la piel y cuero.

Industria de madera y mueblera.

Otras industrias relacionadas.

- Industria del papel y sus productos, de impresión y publicaciones

Industrias del papel y cartón.

Laboratorios de impresión, publicación y fotografía.

#### PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN MEXICO

La industria en México se caracteriza por contar con un número reducido de grandes empresas con tecnologías avanzadas y un gran número de micro, pequeñas y medianas empresas (mas del 95%), la mayoría con procesos obsoletos de producción.

La planta industrial comprende cuatro tipos básicos de industria:

- Manufacturas.
- Extractivas (minería y petróleo).
- De la construcción.
- Eléctrica.

En la tabla 1.3. se presentan los principales sectores de la industria nacional, de acuerdo con el número de unidades industriales.

Tabla 1.3.

<b>Sectores</b>	<b>Unidades industriales</b>
<b>MINERÍA Y EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO</b>	<b>2 402</b>
Subsector	
Carbón	46
Petróleo y gas natural	33
Extracción de minerales metálicos	678
Explotación de minerales no metálicos	1 645
<b>INDUSTRIAS MANUFACTURERAS</b>	<b>141 446</b>
Subsector	
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	51 151
textiles, prendas de vestir e industria del cuero	16 853
industria y productos de madera (incluye muebles)	16 141
papel y productos de papel imprentas y editoriales	7 952
sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, del hule y del plástico	5 472
productos minerales no metálicos	14 502
(excluye los derivados del petróleo y del carbón)	903
industrias metálicas básicas	
productos metálicos, maquinaria y equipo	26 945
(incluye instrumentos quirúrgicos de precisión)	1 498
<b>INDUSTRIA ELECTRICA</b>	<b>36</b>
subsector	
electricidad	36

<b>INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>5 308</b>
subsector	
construcción	5 308

#### 1.4. Residuos industriales

En la tabla 1.4 se presentan los Residuos Sólidos Industriales y se excluye los residuos de procesos industriales y cualesquiera de los residuos sólidos peligrosos que puedan ser generados. Cabe mencionar que esta tabla es de origen Estadounidense y se presenta aquí debido a la completa información que en ella se encuentra.

Tabla 1.4  
Fuentes y tipos de residuos industriales

Código	Clasificación de Sic por grupo <sup>a</sup>	Procesos generados de residuos	Residuos específicos esperados
19	Pertrechos militares y accesorios	Fabricación y montaje	Metales, plásticos, goma, papel, madera, tela, rechazos químicos
20	Comida y productos asociados	Procesamiento, empaquetamiento y transporte	Carnes, grasas, aceites, huesos, vísceras, vegetales, frutas, frutos secos, y cáscaras, cereales
22	Productos de fabricas tejidos	Tejido, elaboración, tintado y transporte	Rechazos de tejidos y fibras
23	Ropa y otros productos elaborados	Corte, costura, encolaje y planchado	Tejidos, fibras, metales, plásticos, goma
24	Madera y productos de madera	Aserraderos, maquinaria de planta, contenedores de	Madera no útil, viruta, aserrín, en algunos casos

		madera, productos misceláneos de madera, fabricación	metales, plásticos, fibras, pegamentos, selladores, pintura, disolventes
25	Muebles, madera	Fabricación de muebles de hogar y oficina, tabiques, instalaciones fijas de tiendas y oficinas, somieres	Aquellos listados para el código 24, además tejidos y rechazos de relleno
25 <sup>a</sup>	Muebles, metal	Fabricación de muebles de hogar y oficina, cerraduras, muelles de colchón, estructuras	Metales, plásticos, resinas, vidrio, goma, adhesivos, tejidos, papel
26	Papel y productos asociados	Fabricación de papel, conversión de papel, cartón, fabricación de cajas y contenedores de cartón	Rechazos de papel y fibras, productos químicos, recubrimientos de papel, tintas, pegamentos, grapas, etc.
27	Impresión y edición	Edición de periódicos, impresión, fotografía, grabados y encuademación de libros	Papel, papel de periódicos, cartón, metales, productos químicos, tejidos, tintas, pegamentos
28	Productos químicos y productos relacionados	Fabricación y preparación de productos químicos inorgánicos (variando desde medicinas, jabones y hasta pinturas, barnices y explosivos)	Productos químicos orgánicos e inorgánicos, metales, plástico, goma, vidrio, aceites, disolventes, pigmentos
29	Refinería de petróleo e industrias relacionadas	Fabricación de materiales de pavimentación y tejados	Asfalto y alquitranes, fieltros, amiantos, papel, tejido y fibra
30	Goma y diversos productos plásticos	Elaboración de goma y productos plásticos	Goma y plásticos no útiles, negro de humo, compuesto de curado, tintas
31	Cuero y productos de	Curtido y acabado de cuero: fabricación de	Cuero no útil, hilo, tintas, aceites,

	cuero	cinta y envases de cuero	compuestos de procesamiento y curado
32	Productos de piedra, arcilla y vidrio	Fabricación de vidrio en planchas y formación de vidrio, fabricación de hormigón, yeso y productos de yeso, formación y procesamiento de piedra y productos de piedra, abrasivos, amianto, y productos misceláneos no minerales	Vidrio, cemento, arcilla, cerámica, yeso, amianto, piedra, papel, abrasivos
33	Industrias primarias de metal	Operaciones de fusión, fundiciones, forjado, revenido, laminado, embutición y extrusión	Chatarra de metales férreos y no férreos, escoria, arena, machos y modelos para moldes, agentes de cohesión
34	Productos fabricados de metal	Fabricación de latas metálicas, herramientas, ferretería en general, aparatos de calefacción no eléctricos, instalaciones de fontanería, productos estructurales prefabricados, alambre, maquinaria y equipamiento de agricultura, recubrimientos y grabación de metal	Metales, cerámica, arena, escoria, laminas, recubrimientos, disolventes, lubricantes, limpiadores de los baños, limpiadores de metales
35	Maquinaria no eléctrica	Fabricación de equipamiento de construcción, minería, elevadores, escaleras mecánicas, transportadoras, camiones industriales.	Escoria, arena, machos de moldes, chatarra metálica, plásticos, resinas, goma, tejido, pintura, disolventes, productos de

		trailers, apiladoras, herramientas de mecánica, etc.	petróleo
36	Eléctrica	Fabricación de equipamiento eléctrico, electrodomésticos, aparatos de comunicación, operaciones de mecánica, revenido, encofrado, soldadura, estampado, devanado, pintura, cocción	Chatarra metálica, negro de carbón, vidrio, metales raros, goma, plásticos, resinas, fibras, rechazos de tejido
37	Equipamiento de transporte	Fabricación de vehículos motorizados, carrocerías de camiones y autobuses, piezas y accesorios de vehículos motorizados, aviones y piezas, construcciones y reparaciones de barcos, motocicletas y bicicletas y piezas, etc.	Chatarra metálica, vidrio, fibra, madera, goma, plásticos, tejidos, pinturas, disolventes, productos de petróleo
38	Instrumentos de utilización profesional y científica	Fabricación e instrumentos de ingeniería, laboratorios, investigación y equipamiento asociado	Metales, plásticos, resinas, vidrio, madera, goma, fibras, abrasivos
39	Fabricación miscelánea	Fabricación de joyas, platería, objetos bañados en plata, juguetes; bienes de recreo, deporte y atletismo, novedades de ropa, botones, escobas, cepillos, tableros e anuncios	Metales, vidrio, plásticos, resinas, cuero, goma, hueso, tejido, paja, adhesivos, pintura, disolventes, materiales compuestos

a Fuente: standard industrial classification manual (SIC), 1972 (Manual de clasificación industrial estándar) Executive Office of the President, Office of Management and Budget, U.S. Government Printing Office, Washington, DC. excluye los residuos de procesos industriales y cualesquiera de los residuos sólidos peligrosos que puedan ser generados.

A continuación se presentan los diferentes tipos de residuos biológicos infecciosos:

**Residuos de hospitales:** Son todos aquellos generados por este tipo de establecimientos, de los cuales alrededor del 85% no son peligrosos, un 10% son infecciosos y otro 5% no son infecciosos, pero si peligrosos.

**Residuos clínicos:** Son los generados durante la atención medica suministrada en hospitales y otros centros de atención a la salud. No se incluyen los generados por actividades similares en los hogares. Esta definición es considerada en el Convenio de Basilea para reglamentar el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos.

**Residuos médicos:** Aquellos generados en el diagnostico, tratamiento o inmunización de seres humanos o animales, durante las investigaciones directas, así como en las pruebas o en la producción de productos biológicos.

**R. anatomico-patológicos:** Incluyen tejidos, miembros, órganos, partes corporales y fluidos humanos que se remueven durante las intervenciones quirúrgicas, en las autopsias u otros procedimientos médicos, así como los especimenes de fluidos y sus envases. Este tipo de residuos cae también dentro de los otros 4 tipos de residuos, establecidos por la OPS/OMS Región América.

**Residuos infecciosos:** Son aquellos que pueden transferir enfermedades virales, bacterianas o parasitarias a los seres humanos. Además de los residuos médicos infecciosos se incluyen a los de animales infectados de laboratorio, de mataderos, de practicas veterinarias y similares, así como sus desechos infecciosos.

Ahora bien, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció la siguiente clasificación para los residuos.

R. anatómico-patológicos: Tejidos, órganos, partes corporales, fetos humanos, cadáveres animales, tumores orgánicos y sangre.

Residuos radiactivos: Sólidos, líquidos y gases generados en los procedimientos de análisis, formación de imágenes de órganos corporales y localización tumoral y tratamientos.

Residuos químicos: Pueden ser peligrosos, tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos o genotóxicos, o no peligrosos.

Residuos infecciosos: Contienen agentes patógenos en cantidad suficiente como para constituir una grave amenaza, como son los cultivos de laboratorio, los desechos de cirugía y autopsia de pacientes con enfermedades contagiosas, desechos de los pacientes en pabellones de aislamiento o que están recibiendo hemodiálisis y los desechos de animales infectados.

Residuos farmacéuticos: medicamentos excedentes derramados, vencidos o contaminados.

Objetos punzocortantes: Son los que pueden causar pinchazos o cortaduras (especialmente agujas y navajas).

No obstante, este mismo organismo sugiere aplicar la siguiente clasificación para países en desarrollo, con el fin de reducir el número de rutas de recolección y de recipientes de almacenamiento individuales que demandan los establecimientos médicos.

- Residuos no peligrosos (desechos en general).
- Objetos punzocortantes.
- Residuos químicos y farmacéuticos.

- Otros residuos peligrosos hospitalarios / médicos.

Por otro lado , la Agencia de Protección Ambiental de los EUA clasifica a los RHSS de la siguiente manera:

- Residuos de aislamiento: desechos biológicos y materiales descartados, contaminados con sangre, excreciones, exudados o secreciones de seres humanos que están aislados para proteger a otros de ciertas enfermedades sumamente contagiosas; o de animales aislados que están infectados con enfermedades (son considerados como desechos sumamente infecciosos).

- Cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos y productos biológicos conexos: cultivos y muestras tanto de laboratorios médicos y anatomopatológicos como agentes infecciosos procedentes de la investigación y de laboratorios industriales; desechos de la elaboración de productos biológicos, vacunas descartadas vivas y atenuadas; así como los recipientes y dispositivos empleados para transferir, inocular y mezclar cultivos.

- Objetos punzocortantes: agujas hipodérmicas, jeringas (con o sin aguja acoplada), pipetas de Pasteur, bisturís tubos para sangre y placas de cultivos empleados para atender animales o seres humanos; o bien, en el tratamiento o investigación médica y en laboratorios industriales. También se incluyen los recipientes de vidrio, rotos o intactos, que estuvieron en contacto con agentes infecciosos, como los portaobjetos y los cubreobjetos.

- Sangre humana y derivados hemáticos: sangre humana en desechos líquidos, hemoderivados, artículos saturados o con gotas de sangre humana y artículos que estuvieron saturados o con gotas de sangre humana y que presentan resto de sangre humana seca; además de suero, plasma y otros componentes sanguíneos, así como los recipientes que se emplean en la

atención de enfermos, en pruebas y análisis de laboratorio y en el desarrollo de productos farmacéuticos. Las bolsas que sirven para almacenar sangre también se incluyen en esta categoría.

- Residuos animales: cadáveres de animales contaminados, partes corporales y desechos animales expuestos a agentes infecciosos durante la investigación (incluida la investigación en hospitales veterinarios), la elaboración de productos biológicos o pruebas de productos farmacéuticos.

- Residuos patológicos: órganos, partes del cuerpo, sangre, tejidos y fluidos corporales, removidos durante cirugías, autopsias y biopsias.

- Objetos punzocortantes sin usar: agujas hipodérmicas, agujas de satura, jeringas y hojas de bisturí.

- Residuos citotóxicos: desechos que, además de ser tóxicos, son mutagénicos o teratogénicos cuando se descartan o derraman.

- Desechos radioactivos.

Finalmente, es importante indicar que en México se cuenta con una clasificación de los RPBI, tal y como se describe en la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, y según lo establecido en la NOM-052-ECOL-1993, como a continuación se indica:

- La sangre humana.
- Los productos derivados de la sangre, incluyendo plasma, suero y paquete globular.

- Los materiales con sangre o sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

- Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.

- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.

- Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.

- Los patológicos.
- Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o utilizados en los centros de investigación.
- Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios,
- El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.
- Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.
- Los objetos punzocortantes usados o sin usar.
- Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta o cubre objetos, tubos de ensaye y similares.

#### Otros tipos de residuos peligrosos

En nuestro país, durante las últimas décadas se ha incrementado la explotación minera, que genera más del 90% de los residuos en el nivel nacional, algunos con características peligrosas por su alto contenido de metales pesados como plomo y cadmio y metaloides como arsénico y selenio, entre otros.

#### Etapa de explotación

En las minas se puede extraer dos tipos de material:

- a) Material estéril o material de baja ley.

Ambos se depositan en las inmediaciones de la zona minera, comúnmente en barrancas. El material estéril puede causar algunos problemas si no es manejado adecuadamente, ya que si se agrega a la cubierta vegetal puede ocasionar problemas en el desarrollo de la flora y fauna del entorno. El material de baja ley contiene sustancias que por el intemperismo pueden ser liberadas y aportadas hacia los suelos al agua tanto superficial como subterránea. Las sustancias que pueden generarse son sales de arsénico, de mercurio, cadmio, uranio, etcétera.

b) Material económicamente importante.

Este es tratado mediante procesos mecánicos y químicos. Del producto final se originan residuos llamados "colas" que suelen acumularse en sitios conocidos como "presas de jales". El intemperismo puede destruir estas presas y el agua arrastrar los materiales acumulados. Generalmente los residuos o colas contienen trazas del mineral; al rápido intemperismo de las colas puede liberar elementos nocivos tales como el cianuro y los elementos propios de cada mineral.

## ETAPA DE FUNDICIÓN

Después del proceso de extracción, el material económicamente importante es conducido a las plantas de fundición o a altos hornos. El proceso de fundición genera gases y cenizas que pueden ser peligrosos para el ambiente.

La explotación minera genera más del 90% del total de residuos en el nivel nacional. Dentro de ellos, algunos presentan características de peligrosidad. Adicionalmente se genera una cantidad muy elevada de residuos ácidos durante el proceso de lixiviación de metales no ferrosos con ácido sulfúrico

En la tabla 1.5 se muestran los residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia en nuestro país.

Tabla 1.5  
Residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia en México.

<b>Residuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Solventes	36.2
Aceites y grasa	12.89
Pinturas y barnices	7.71
Soldadura plomo-estaño	5.63
Resinas	4.45
Ácidos y bases	2.72
Derivados del petróleo	2.46
Metales pesados	2.01
Adhesivos	1.69
Freón	1.15
Lodos	1.15
Silicón	0.54
Tintas	0.35
Plásticos	0.26
Otros	20.79

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental INE, 1993.

Estimaciones oficiales calculan que la generación de residuos industriales de todo el país es de aproximadamente 450 000 t/día, de las cuales 337 500 t/día corresponden a la actividad minera extractiva y de fundición de metales no ferrosos; 81 000 t/día corresponden a la industria de procesos de química básica orgánica e inorgánica, y 31 500 t/día a residuos agroindustriales, en lo que destacan los de la industria azucarera, las beneficiadoras del café y las concentradoras de jugos y aceites. Todo lo anterior produce un total de 164 250 000 t/año de residuos industriales. De este total, 14 500 t/día corresponden

a residuos potencialmente peligrosos (equivalentes a 5 292 500 t/año). La ciudad de México produce aproximadamente 173 500 t/mes de residuos industriales (sedesol, 1992, tabla 1.7) La generación de residuos industriales se muestra en la tabla 1.6.

Tabla 1.6.

## Generación de residuos industriales en México

<b>Índice de generación</b>	<b>Ton/año/empleada</b>
Industria química	2.57
Metálica primaria	3.07
Industria automotriz	1.22
Metal mecánica	0.25
Minera no mecánica	1.77

Fuente: Jauge, P.P., Diagnostico de desechos en Memorias de la I Reunion Anual del PUMA, UNAM, 1992.

Tabla 1.7

## Generación de Residuos Industriales en el Distrito Federal

<b>Delegación</b>	<b>Mil/ton/mes</b>
Alvaro Obregón	14.18
Azcapotzalco	27.49
Benito Juárez	14.90
Coyoacán	18.45
Cuajimalpa	1.99
Cuauhtémoc	16.72
Gustavo A. Madero	12.85
Iztacalco	12.34
Iztapalapa	17.66

Magdalena Contreras	0.22
Miguel Hidalgo	21.94
Milpa Alta	0.03
Tláhuac	1.35
Tlalpan	4.26
Venustiano Carranza	6.58
Xochimilco	2.56
Total	173.52

Fuente: Dirección de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, dirección de Operación, SEDUE, 1990.

### 1.5. Separación de los tipos de residuos industriales.

Para identificar un residuo hay que caracterizarlo, hay que determinar la cantidad que se genera y la fuente que lo genera. En la identificación determinar la peligrosidad del residuo es prioritario, no solo porque va a repercutir en los costos de su reciclaje, recuperación, tratamiento o eliminación, sino también para la determinación de las responsabilidades.

En una auditoria de residuos, además de la cantidad, tipo y fuente, hay que determinar las causas de su generación y las deficiencias que se presentan en sus procesos productivos, que dan como resultado la generación de subproductos y residuos nocivos, peligrosos y no deseados. También hay que analizar las técnicas que se aplican y las materias primas que intervienen en el proceso. La realización de estas auditorias permite plantear y seleccionar las medidas correctoras adecuadas y orientadas a reducir, reciclar o recuperar los residuos o subproductos.

Una auditoría de residuos enfocada hacia los planes de separación tiene que comenzar por la identificación de los procesos unitarios que forman parte del proceso principal y conocer el flujo de residuos productivo (tipo, cantidad, causa y costos y de gestión).

También hay que averiguar si se produce mezcla de residuos peligrosos o no, controlar la manipulación, transporte, carga, descarga y almacenamiento de las materias primas, de los productos acabados y de los residuos correspondientes a cada proceso unitario.

La mayoría de los flujos de residuos son mezcla cuya composición es difícil de determinar. No obstante, hay que caracterizarlos. Para su caracterización se debe conocer:

□ **Propiedades físicas:**

- Estado físico,
- Presión de vapor,
- Humedad,
- Viscosidad,
- Contenido de cenizas,
- PH,
- %de compuestos volátiles.

□ **Propiedades químicas:**

- Composición química,
- Inflamabilidad,
- Irritabilidad,
- Toxicidad.

□ **Presencia de compuestos peligrosos**

- Explosivos,
- Comburentes,
- Inflamables,
- Irritantes,
- Nocivos,
- Tóxicos,
- Cancerígenos,
- Corrosivos,
- Infecciosos,
- Teratogénicos,
- Mutagénicos,
- Ecotóxicos.

La separación de los tipos de residuos que genera una industria permite potenciar las posibilidades de reciclaje y recuperación y, por tanto, ahorrar materias primas. Normalmente los residuos tóxicos y peligrosos que se producen en una planta industrial están compuestos por una mezcla de dos o más tipos de residuos. Estas mezclas dificultan la gestión de los residuos y la posibilidad de reciclaje o recuperación. Muchas veces, flujos de residuos que son poco contaminante, al mezclarse con otros se produce una mezcla final contaminada y de volumen mayor. Otras veces son dos o mas flujos de distinta naturaleza y contaminados los que al mezclarse se convierten en un residuo mucho más tóxico y más difícil de gestionar.

Para evitar estas graves situaciones es necesario:

- Separar los residuos líquidos de los sólidos,
- Separar los materiales tóxicos de los no tóxicos,
- Separar los residuos tóxicos según los componentes principales.

## **CAPÍTULO 2. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES**

### **2.1 Función de los contenedores.**

La función de los contenedores es diversa, ya que existen varios tipos de contenedores, para cualquier tipo de almacenamiento, aunque generalmente el almacenamiento en contenedores es temporal o para transportar, en el caso de almacenamiento de residuos sólidos para la industria, los contenedores deben de tener ciertas características dependiendo de la industria, y del residuo a almacenar, en este caso el almacenamiento también es temporal ya que sólo es mientras la recogida de los residuos o el traslado a su disposición final se lleva a cabo.

Básicamente la función de los contenedores para residuos sólidos es almacenar temporalmente estos residuos y que no generen una mala apariencia, ni malos olores, debido a que un buen almacenamiento de residuos sólidos tendrá como consecuencia una higiene adecuada para las personas que estén cerca de estos residuos, es muy importante determinar el tipo de contenedor para la necesidad de cada industria, aunque cabe señalar que una misma industria puede necesitar diferentes tipos de contenedores, para profundizar más la función de los contenedores en el punto 2.3 veremos mas características de varios contenedores así como imágenes de estos que nos ayudara a determinar el contenedor necesario para cada residuo.

### **2.2. Ubicación e instalación de los contenedores.**

La localización de los contenedores en instalaciones de comercio e industria ya existentes depende de la localización del espacio disponible, y de las condiciones de acceso-servicio. En muchos de los diseños nuevos se han incluido zonas de servicio específicamente para este propósito. Frecuentemente, como los contenedores no son propiedad de la actividad

#### Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

industrial o comercial, la localización y tipos de contenedor que se va a usar para el almacenamiento *in situ* deben ser acordados mutuamente por los propietarios del edificio y la agencia pública o privada de recogida.

Aunque la ubicación de los contenedores va a depender del espacio disponible en la industria pero lo más recomendable es que sea con salida a la avenida para que el camión de recogida tenga el mejor acceso a los contenedores, también es recomendable que el cuarto de almacenaje sea en el punto más alejado de las oficinas y de cualquiera de los trabajadores de esta industria, para evitar el contacto con los residuos, es importante que los contenedores se encuentren en un cuarto especial para el almacenamiento de los residuos sólidos ya que esto evitara una mala apariencia, también cabe destacar que este cuarto de almacenaje no debe ubicarse en el paso de las personas, en el caso de que no se cuente con un espacio que tenga salida a la avenida, el almacenamiento de los residuos será en el espacio ideal para que el camión de recogida tenga acceso hasta ellos.

La instalación de los contenedores dependerá de la ubicación, del tipo de residuos y del modo que será la recogida ya que si los residuos son muy pesados, los contenedores deberán estar instalados de modo que el camión de recogida sea el que cargue y vacíe el contenedor a su caja, también se podrá tener contenedores elevados para que solamente se abran de la parte de abajo para ser vaciados sobre el camión de recogida. De preferencia los contenedores no deben de ir fijos al suelo y dependiendo del tipo de residuos pueden o no estar tapados, de cualquier modo y como ya se menciono antes los contenedores pueden tener un cuarto especial para su instalación. Muchas veces es la misma industria o alguna otra que compra los residuos la que se encarga de su recogida, muchas veces se queda la caja de un camión para que se llene de los residuos, una vez llena se llevan la caja del camión y se queda otra, y así sucesivamente este método de instalación muchas veces puede ser más barato para la industria generadora, ya que los gastos corren por cuenta de los compradores de desechos.

## Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

La ubicación y la instalación de los contenedores van a depender de:

- El tipo de residuo a almacenar,
- El tipo de recogida,
- El espacio dentro de la industria,
- El volumen de residuos generados.

### 2.3. Características de los contenedores.

#### TIPOS DE CONTENEDORES

En gran parte, los tipos y las capacidades de los contenedores utilizados dependen de las características y tipos de residuos sólidos que hay que recoger, del tipo de sistema de recogida utilizado, de la frecuencia de la recogida, y del espacio disponible para poner los contenedores. En la tabla 2.1 se da un resumen de los tipos y capacidades de los contenedores más frecuentemente utilizados en la actualidad para el almacenamiento in situ de los RSU no seleccionados y de los componentes de residuos separados. En la tabla 2.2 se presentan las aplicaciones y limitaciones típicas de los contenedores.

Tabla 2.1

Datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento in situ de residuos sólidos

Tipo	Capacidad		Dimensiones <sup>a</sup>		
	Unidad	Rango	Típico	Unidad	Típico
<b><u>Pequeño</u></b>					
Contenedor, plástico o metal galvanizado	litros	76-151	114	cm	51D.66A(1141)

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Barril, plástico, aluminio o fibra	litros	76-246	114	cm	51D.66A(1141)
<b>Bolsas de papel desechables</b>					
Estándar	litros	76-208	114	cm	38An.30P.109A(1141)
Resistentes a escapes	litros	76-208	114	cm	46An.38P.102A(1141)
A prueba de escapes	litros	76-208	114	cm	76An.102A(1141)
<b>Mediano</b>					
contenedor	litros	765- 7.650	30.59	cm	183An.107P.165A(3.05 91)
<b>Grande</b>					
<b>Contenedor</b>					
Descubierto, roll off (también llamado cajas de escombros)	Litros	9.176- 38.235	--b	m	2.45An.1.83A.6L(26.76 51)
Utilizados con compactador estacionario	Litros	15.294- 30.588	--b	m	2.45An.1.83A.5.49L(22 .9411)
Equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15.294- 30.588	--b	m	2.45An.1.83A.6.71L(22 .9411)

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Contenedor montado en trailer					
Descubierto	litros	15.294- 38.235	-- <sup>b</sup>	m	2.45An.3.66A.6L(26.76 51)
Cerrado, equipado con mecanismo propio de compactación	litros	15.294- 30.588	-- <sup>b</sup>	m	2.45An.3.66A.7.32L(26 .7651)

<sup>a</sup> D = diámetro, A = Altura, L = longitud, An = Anchura, P = profundidad.

<sup>b</sup> El tamaño varía según las características de los residuos y las condiciones locales.

Tabla 2.2

Aplicaciones típicas y limitaciones de los contenedores utilizados para el almacenamiento in situ de residuos sólidos

Tipo de contenedor	Aplicaciones típicas	Limitaciones
Pequeño		
Contenedor, plástico o metal galvanizado	Fuentes de residuos de volumen muy bajo, tales como viviendas individuales, caminos en parques y pequeños establecimientos de comercio aislados; zonas residenciales de baja altura con servicios de recogida setout	Con el paso del tiempo se daña y se degrada el aspecto y la capacidad de los contenedores, los contenedores añaden peso extra que hay que levantar durante la operación de la recogida; los contenedores no son suficientemente grandes como para contener artículos voluminosos
Bolsas de papel desechables	Casas aisladas con servicios de recogida setout; puede usarse solo o con forro dentro de un contenedor doméstico; zonas residenciales de baja y mediana altura	El almacenamiento en bolsas es más caro; si se colocan las bolsas en la calle o en la casa, los perros u otros animales las rompen y esparcen sus contenidos; las mismas bolsas de papel aumentan la carga de residuos

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Bolsas de plásticos desechables	Casas aisladas con servicio de recogida; puede usarse solo o como forro dentro de un contenedor domestico y de almacenamiento; útiles para residuos de comida húmedos dentro de contenedores domésticos y comerciales; zonas residenciales de edificios elevados y de altura baja y mediana; zonas industriales y zonas comerciales	El almacenamiento en bolsas es mas caro; las bolsas se rompen fácilmente; produciendo caídas de basura y condiciones desagradables; con tiempo muy frío las bolsas se fragilizan, provocando su rotura, y la durabilidad del plástico produce problemas posteriores de evacuación. Las bolsas se estiran y se rompen en climas calientes
Mediano		
Contenedor	Fuentes de residuos de volumen mediano que también pueden incluir residuos voluminosos; debe seleccionarse la localización para el acceso directo de los camiones de recogida; zonas residenciales de alta densidad, zonas comerciales, zonas industriales	La nieve dentro del contenedor forma hielo y disminuye la capacidad e incrementa el peso; es difícil llegar a los contenedores después de nevadas fuertes
Grande		
Contenedor	Zonas comerciales de altos volúmenes; residuos voluminosos en zonas industriales; zonas rurales de baja densidad; la localización debería estar en una zona cubierta pero con acceso directo para los camiones	Los costos iniciales son altos; la nieve dentro del contenedor baja su capacidad
Contenedor utilizado como compactador estacionario	Zonas comerciales de volúmenes muy altos; deberían localizarse en edificios separados con acceso directo para los camiones de recogida	El costo inicial es alto; si se compacta demasiado el contenedor es difícil de descargar en el lugar de evacuación

### 2.3.1. Contenedores cerrados.

Los contenedores cerrados se usan principalmente cuando:

- No se tiene un cuarto designado para almacenar los residuos,
- Los residuos no pueden estar a la intemperie (papel, cartón, madera, etc),
- Los residuos despiden malos olores,
- Los residuos dan mala apariencia,

Aunque lo más recomendable es, (como lo hemos mencionado antes) tener un cuarto designado para los contenedores. Debido a que esto en muchos de los casos no es posible, en su defecto tener contenedores cerrados sería una buena opción, cabe mencionar que nos referimos a contenedores cerrados a aquellos que se pueden mantener herméticos, aquellos que tienen puertas, tapas, etc., de cualquier manera que los residuos no se mantengan de algún modo en la intemperie.

A continuación se presentan varias fotografías de algunos modelos de contenedores cerrados:

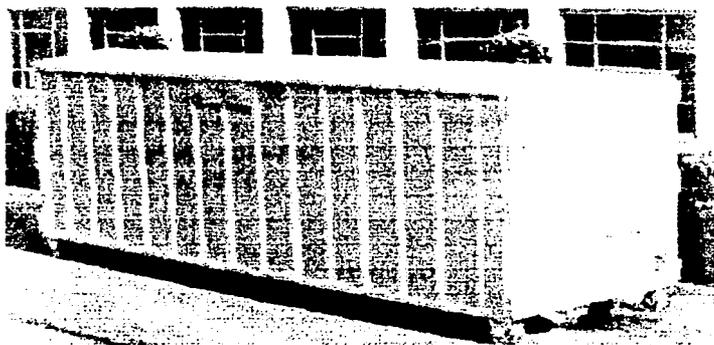


Fig.1. Contenedor grande con llantas para un fácil traslado.

Este tipo de contenedor es recomendable para residuos de volumen grande y poco pesados debido a que tiene llantas para un mejor traslado, la ventaja de este tipo de contenedores es que si el camión de recogida no tiene acceso a la industria este contenedor se puede trasladar con un tipo de carrito para jalarlo, esto tiene muchas ventajas para las industrias ya existentes, que no tuvieron un diseño para el espacio de los residuos sólidos.

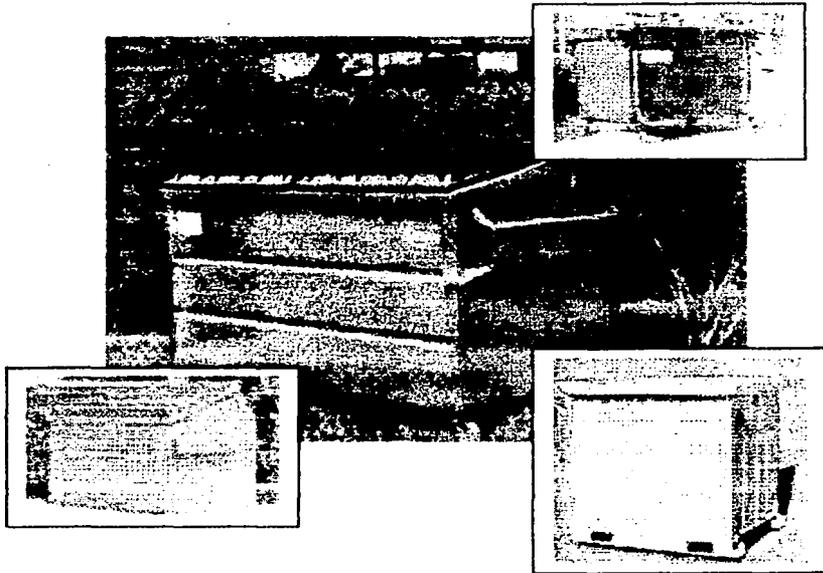


Fig. 2. Contenedor Mediano con soporte especial para su traslado con montacargas o vaciado con camión de recogida con ganchos especiales para su levantamiento y volteo.

Este contenedor es ideal para residuos de volumen pequeño pero pesados ya que el camión de recogida tiene dos palancas especiales que se meten en los orificios de los lados lo levanta y lo volteo, así los residuos caen directamente al camión y ninguno de los empleados hacen esfuerzo con los residuos, o en

## Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

su defecto camioncitos montacargas los pueden trasladar. Este contenedor es uno de los mas usados por la industria y para los residuos sólidos urbanos.

### CONTENEDORES DE TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES CON TECHO DURO REMOVIBLE



Fig. 3. Contenedores de gran tamaño para almacenamiento y transporte de residuos sólidos industriales

#### ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA CONTENEDORES DE TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS CON TECHO DURO REMOVIBLE:

Estos contenedores constan de las siguientes características:

1. Techo Duro Removible.
2. Doble pared ( Lamina lisa interior de 1.6mm y Lamina corrugada exterior de 2mm).
3. Piso de Acero de 4.5 mm de espesor.
4. Herméticos por dentro y por fuera.
5. Una sola puerta principal.

Valores	20' RHT - HC	40' RHT - HC	45' RHT - HC
Peso Máx. de Unidad	30,480 kg (67,200 lb.)	30,480 kg (67,200 lb.)	36,287 Kg. (80,000 lb.)
Peso de la Tara	3,200 kg (7,054 lb.)	5,800 kg (12,782lb.)	7,000 Kg (15,432 lb.)

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Peso de la Carga	27,280 kg (60,142 lb.)	24,680 kg (54,410 lb.)	29,287 Kg (64,566 lb.)
<b>Dimensiones Externas</b>			
Largo	6,058 mm (19'-10")	12,192 mm (40'-0")	13,716 mm (45'-0")
Ancho	2,438 mm (8'-0")	2,438 mm (8'-0")	2,438 mm (8'-0")
Alto	2,896 mm (9'-6")	2,896 mm (9'-6")	2,896 mm (9'-6")
<b>Dimensiones Internas</b>			
Largo	5,898 mm (19'-2")	12,032 mm (39'-1")	13,560 mm (44'-5 55/64")
Ancho	2,328 mm (7'-7 21/32")	2,328 mm (7'-7 21/32")	2,328 mm (7'-7 21/32")
Alto	2,694 mm (8'-7")	2,694 mm (8'-7")	2,694 mm (8'-7")
<b>Apertura de Puerta</b>			
Ancho	2,340 mm (7'-6")	2,340 mm (7'-6")	2,340 mm (7'-6")
Alto	2,591 mm (8'-6")	2,591 mm (8'-6")	2,591 mm (8'-6")
<b>Volumen</b>			
Capacidad Cúbica	37 m <sup>3</sup> (1,306.6ft. <sup>3</sup> )	75.4 m <sup>3</sup> (2,664.2ft. <sup>3</sup> )	85 m <sup>3</sup> (2,895.2ft. <sup>3</sup> )

CONTENEDORES PARA ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS ASFALTICOS

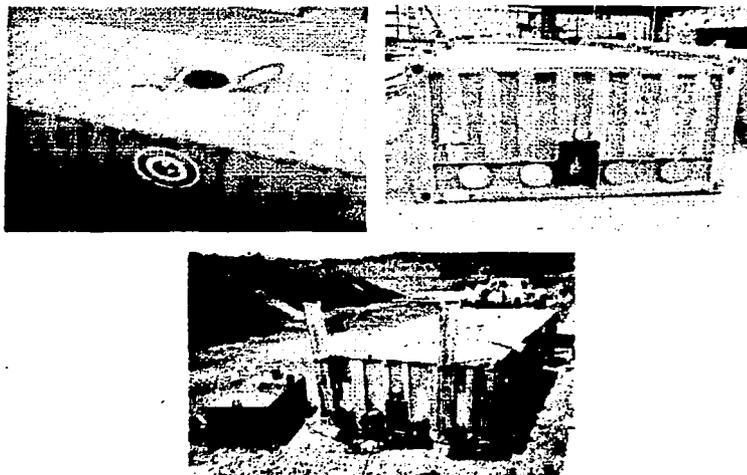


Fig. 4. Contenedores para desechos asfálticos con alta resistencia en su material de construcción

ESPECIFICACIONES ESTANDARD DE CONTENEDORES PARA TRANSPORTE DE ASFALTO:

VALORES	20' Asfaltero Media Altura
Peso Máx. de Unidad	19,000 Kg (41,890 lb.)
Peso de la Tara	2,680 Kg (5,910 lb.)
Peso de carga	16,320 Kg (35,980 lb.)
Dimensiones Externas	
Largo	6,058 mm (19'-10")
Ancho	2,438 mm (8'-0")
Alto	2,295 mm (4'-3")

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

<b>Dimensiones Internas</b>	
Largo	5,950 mm (19'-6 1/4")
Ancho	2,350 mm (7'-8 1/2")
Alto	1,093.5 mm (3'-7 1/16")
<b>Volumen</b>	
Capacidad Cúbica	15.3m <sup>3</sup> (540 ft. <sup>3</sup> )

CONTENEDOR DRY VAN

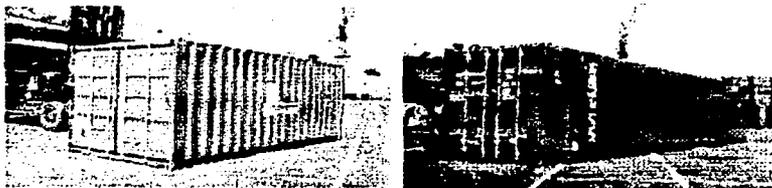


Fig. 5. Contenedores de gran tamaño para el almacenamiento y transporte de residuos sólidos industriales

<b>ESPECIFICACIONES ESTANDAR DE CONTENEDORES DRY VAN:</b>			
<b>Valores</b>	<b>20' Estándar</b>	<b>40' Estándar</b>	<b>40' HC Estándar</b>
Peso Máx. de unidad	30,480 kg (67,200 lb.)	30,480 kg (67,200 lb.)	30,480 Kg. (67,200 lb.)
Peso de la Tara	2,200 kg (4,850 lb.)	3,530 kg (7,782 lb.)	3,730 kg (8,223 lb.)
Peso de la Carga	28,280 kg (62,350 lb.)	26,950 kg (59,417 lb.)	26,750 kg (58,976 lb.)
<b>Dimensiones Externas</b>			
Largo	6,058 mm(19'-10")	12,192 mm(40'-0")	12,192 mm (40'-0")

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Ancho	2,438 mm (8'-0")	2,438 mm (8'-0")	2,438 mm (8'-0")
Alto	2,591 mm (8'-6")	2,591 mm (8'-6")	2,896 mm (9'-6")
<b>Dimensiones Internas</b>			
Largo	5,898 mm (19'-2")	12,032 mm (39'-1")	12,032 mm (39'-1")
Ancho	2,352 mm (7'-6")	2,352 mm (7'-6")	2,352 mm (7'-6")
Alto	2,390 mm (7'-8")	2,390 mm (7'-8")	2,695 mm (8'-7")
<b>Apertura de Puertas</b>			
Ancho	2,340 mm (7'-6")	2,340 mm (7'-6")	2,340 mm (7'-6")
Alto	2,280 mm (7'-4")	2,280 mm (7'-4")	2,585 mm (8'-4")
<b>Volumen</b>			
Capacidad Cúbica	33.2 m <sup>3</sup> (1,172.3ft. <sup>3</sup> )	67.6 m <sup>3</sup> (2,386.1ft. <sup>3</sup> )	76.3 m <sup>3</sup> (2,694.2ft. <sup>3</sup> )

OPEN TOP



Fig. 6. Contenedores con gran capacidad para industrias que generan residuos sólidos voluminosos y pesados

<b>ESPECIFICACIONES ESTANDAR DE CONTENEDORES OPEN TOP:</b>		
<b>VALORES</b>	<b>20' Open Top</b>	<b>40' Open Top</b>
Peso Max. de Unidad	30,480 kg (67,200 lb.)	30,480 kg (67,200 lb.)

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Peso de la Tara	2,300 kg (5,070 lb.)	3,920 kg (8,640 lb.)
Peso de carga	28,180 kg (62,129 lb.)	26,560 kg (58,557 lb.)
<b>Dimensiones Externas</b>		
Largo	6,058 mm (19'-10")	12,192 mm (40'-0")
Ancho	2,438 mm (8'-0")	2,438 mm (8'-0")
Alto	2,591 mm (8'-6")	2,591 mm (8'-6")
<b>Dimensiones Internas</b>		
Largo	5,895 mm (19'-2")	12,029 mm (39'-1")
Ancho	2,352 mm (7'-6")	2,352 mm (7'-6")
Alto	2,348 mm (7'-6")	2,390 mm (7'-8")
<b>Apertura de Puertas</b>		
Ancho	2,340 mm (7'-6")	2,340 mm (7'-6")
Alto	2,280 mm (7'-4")	2,280 mm (7'-4")
<b>Volumen</b>		
Capacidad Cúbica	32.5m <sup>3</sup> (1,147 .6ft. <sup>3</sup> )	65.9m <sup>3</sup> (2,326.9 ft. <sup>3</sup> )

A continuación se presentan varios tipos de bolsas resistentes, que también se pueden utilizar para el almacenamiento de residuos sólidos industriales, ya que presentan características de resistencia y de durabilidad, muchas de estas bolsas talvez se ocupen una sola vez pero debido a que muchos residuos no son reciclables y deben permanecer empaçados, estas bolsas son una muy buena opción, cabe destacar que las especificaciones aquí señaladas están dadas por la misma empresa que las fabrica.

PORTABULK

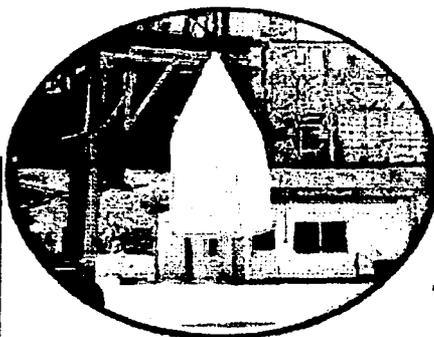


Fig. 7. Bolsas de gran tamaño y con alta resistencia, para cualquier tipo de almacenamiento.

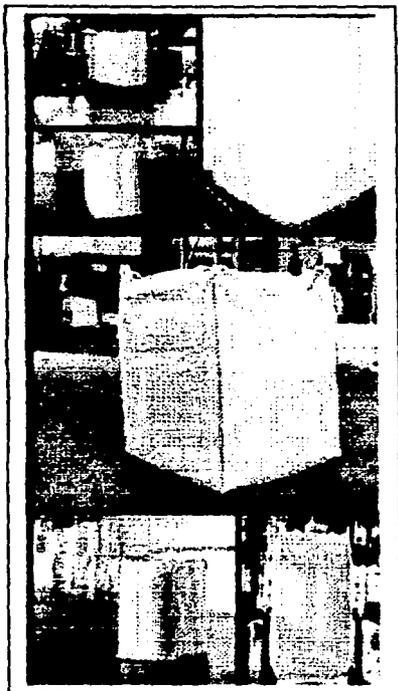
KING PACK ofrece esta económica alternativa para aquellos productos que requieren la utilización de camisas (liners) de polietileno impermeabilizantes y que son manejados en puerto como carga suelta.

El PORTABULK®, aparte de ser altamente resistente, ya que permite que todas las fibras de la tela actúen con un mayor y mejor desempeño, posee una sola asa y favorece la velocidad de manejo del empaque.

Por su resistencia de hasta 2.000 Kg. , y su relación precio/kilogramo transportado, el El PORTABULK® es el preferido de la industria cementera y conexas (cal, arenas, morteros, etc.).

Para cargas ligeras de menos de 600 Kgs (urea, fertilizante, granos, etc.), recomendamos el PORTABULK® tipo mini-bag. Por su bajísimo precio y su manejo fácil, resulta el empaque sustituyo al saco tradicional de 50 Kg. con grandes ahorros y beneficios.

### CUBIC-BAG



Para productos con baja densidad aparente, que requieren el máximo aprovechamiento del espacio en el contenedor o en el camión, KING PACK ofrece el famoso CUBIC-BAG. Por su construcción, el CUBIC-BAG, permite una perfecta utilización del espacio, optimizándolo en más de un 20%. Adicionalmente aumenta la estabilidad en el apilamiento, para un mejor y más eficiente almacenamiento.

Otras ventajas del CUBIC-BAG son:

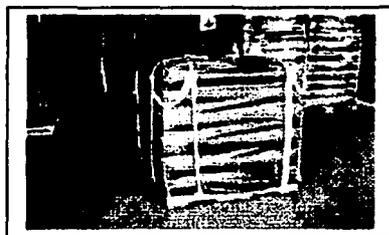
- Reducir la cantidad de operaciones a realizar en su planta y en la de su cliente.
- Utilizar menos material de empaque por tonelada transportada.
- Excelente relación costo-beneficio



Fi. 8. Bolsa Cubic bag, para almacenamiento de diferentes residuos con alta resistencia.

## Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

El CUBIC BAG, adicionalmente posee la característica de ser un excelente empaque que permite ser apilado con altísima estabilidad. Por su ancha base y sus columnas internas, sustituye a una paleta de su producto, en dimensión y rigidez.



### SLING BAG

Elimine el uso de paletas y materiales de embalajes costosos y difíciles de usar para el transporte de sacos de 25 y 50 Kg. El Sling Bag provee la seguridad y la economía que Usted necesita para ser más competitivo en su negocio.

Empaques Flexibles del Caribe S.A., le ofrece la mejor relación de precio-utilidad en este tipo de empaque ya que podemos producirlo según su necesidad y pudiendo ser elaborado con características que permitan su reutilización.

A diferencia del Sling Net, el Sling Bag, puede sustituir todos los elementos que dan impermeabilidad y sustentación a su tradicional empaque en paleta. Pudiendo proteger a los sacos de

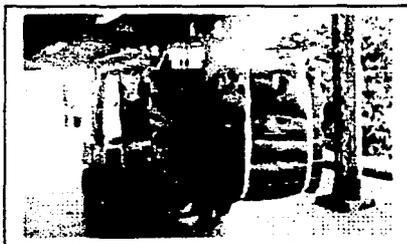


Fig. 9. Bolsa Sling Bag impermeable y manejable

25 o 50 Kg. de roturas y desgarres, así como a su producto de contaminación, derrames, e hidratación.

### KINGPACK JUMBO



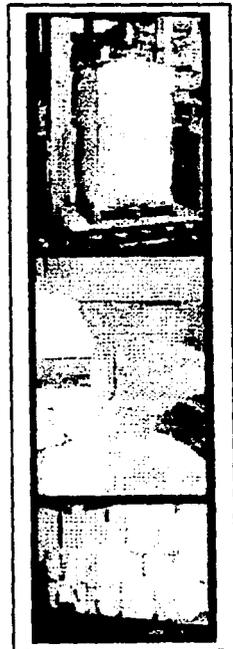
El contenedor flexible más versátil del mercado, reconocido como el "campeón de todos los pesos", ha permitido a nuestros clientes manejar a bajo costo y con gran eficiencia productos a semigranel. Especialmente

diseñado para cargas de hasta 2.000 Kg, y el manejo de materiales granulares, minerales, fertilizantes, y todo fluido sólido en general. Esto ha hecho de KINGPACK JUMBO el sistema de empaque más apreciado por nuestros clientes. Pudiendo disponer de distintos tamaños y modelos según los requerimientos de su empresa, somos su mejor alternativa a la hora de escoger un empaque personalizado.

Otras características por las cuales usted no debe dejar de utilizar KINGPACK JUMBO:

#### ECONOMICO EN SU USO:

- No requiere paleta.
- Reusable (opcional).
- Colapsible, (ocupando poquísimo espacio de almacenaje cuando esta vacío).
- Bajo costo de manejo.



## Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

### FACIL DE LLENAR Y DESCARGAR:

- Permite reducir al máximo sus costos de operación.
- El proceso de trasiego se realiza en la forma más simple y veloz.

SEGURIDAD: Comprobada con los más estrictos controles de calidad.

APILABLES: Permite un notorio ahorro en costos de almacenaje, convirtiéndolo en un silo portátil de fácil manejo y gran versatilidad.

RECICLABLES: Hechos 100% en polipropileno, son una solución ecológica ideal.



Fig. 10. Contenedor KINGPACK JUMBO resistente y económico, este contenedor nos ofrece el almacenamiento de cualquier residuo generado por la industria

Los siguientes contenedores son de varios tamaños como se presenta en las especificaciones del lado derecho, y todos estos contenedores son útiles para los residuos sólidos industriales ya que son de material resistente y tamaño suficiente para los diferentes residuos.

CONTENEDORES



CARGA SECA 40' DRY VAN

	Largo	Ancho	Alto
Exterior	12.19 M	2.43 M	2.59 M
Interior	12.05 M	2.35 M	2.37 M
Puerta	2.43 M		2.27 M
Capacidad		67.4 M3	
Peso		281.0 K	



CARGA SECA 40' HIGH-CUBE

	Largo	Ancho	Alto
Exterior	12.19 M	2.43 M	2.89 M
Interior	12.03 M	2.35 M	2.69 M
Puerta	2.39 M		2.58 M
Capacidad		76.3 M3	
Peso		3900 K	



CARGA SECA 20' DRY VAN

	Largo	Ancho	Alto
Exterior	6.06 M	2.43 M	2.59 M
Interior	5.89 M	2.35 M	2.38 M
Puerta	2.34 M		2.27 M
Capacidad		33.1 M3	
Peso		138.0 K	

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

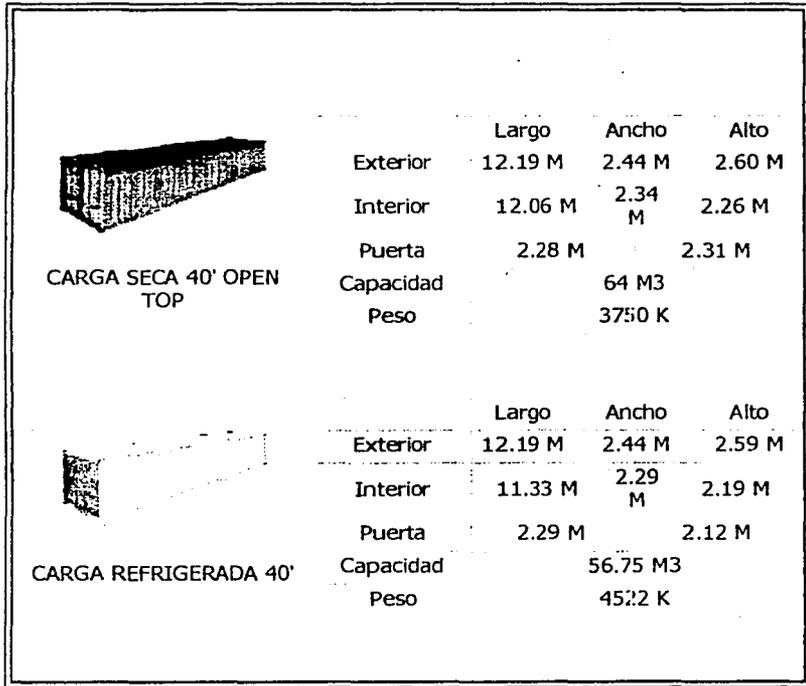


Fig. 11. Diferentes tipos de contenedores con sus características.

### 2.3.2. Contenedores abiertos.

Este tipo de contenedores es para residuos únicamente sólidos que no generen mal olor debido a que es un contenedor que almacena los residuos prácticamente al aire libre, es ideal tenerlo en un cuarto de almacenamiento para que los residuos se mantengan en estado seco y que no causen algún mal aspecto. Es ideal tenerlo para el transporte de los residuos dentro de la misma industria, esto es para trasladarlos desde el lugar en donde se originaron hasta los contenedores mas grandes y cerrados, para que así los residuos puedan permanecer el tiempo necesario dentro de la industria sin ningún problema.

A continuación se presentan algunas imágenes de algunos de estos contenedores, cabe señalar que el tamaño va a depender de las necesidades cada industria.

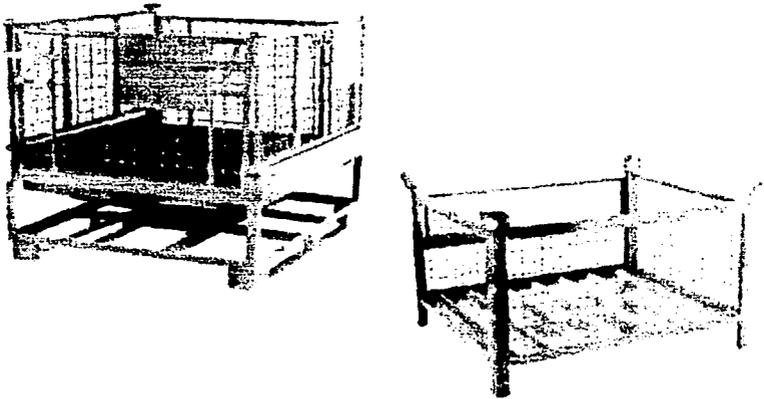


Fig. 12. Contenedores solo con rejillas (totalmente abiertos), con adaptador para moverlo con montacargas (arriba) y adaptador en la parte superior para colocar uno con las mismas características (derecha).

### 2.3.3. Contenedores semiabiertos

Este tipo de contenedores es ideal para cualquier almacenamiento dentro de un cuarto diseñado para los residuos sólidos, por una parte es cómodo debido a que no se tiene que estar levantando ninguna tapadera cada que se desecha algún residuo, por otra parte no es recomendable tenerlo en la parte exterior de la industria debido a que cualquier residuo genera un mal aspecto, y por ultimo no se recomienda en lo absoluto para residuos que generen malos olores o que se descompongan ya que cualquier persona estaría expuesta a la contaminación en el aire o contaminación visual, y sería demasiado riesgoso que se desatar alguna infección debido a tener expuestos los residuos.

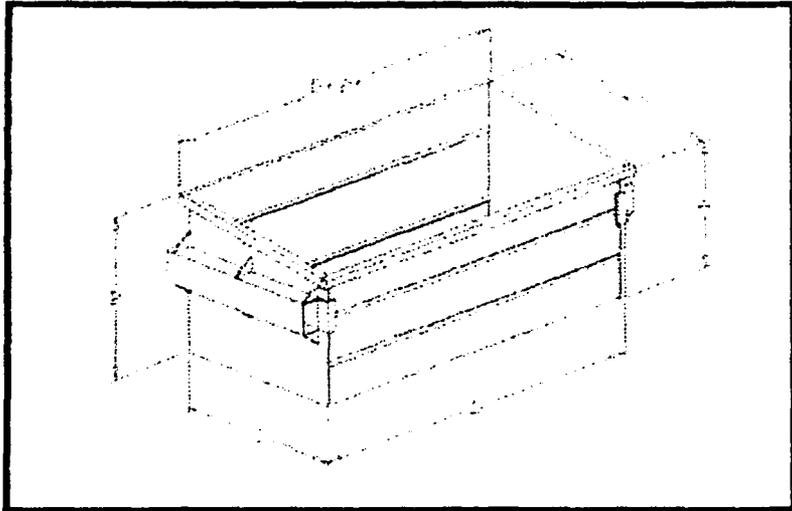


Fig. 13. Contenedor clásico que puede ser hecho a la medida de cada necesidad ya que solo tenemos que dar las medidas

Este contenedor es ideal para cargar con montacargas y abrirlo por la parte de abajo, así los residuos caen y no hay problema para el vaciado, ya que no nos genera esfuerzo para las personas encargadas de los residuos, también se puede transportar hasta el camión de recogida en caso de que este no pueda tener acceso a la industria, por último es ideal para los espacios pequeños.

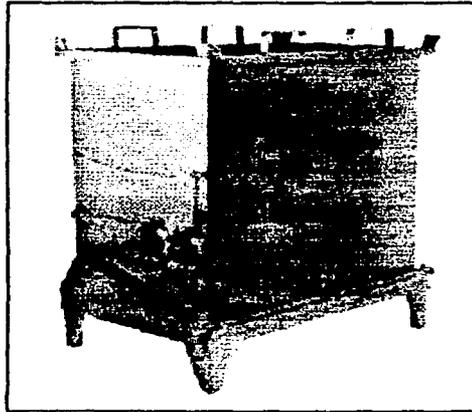
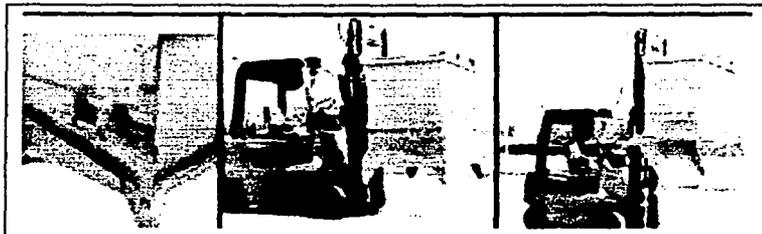


Fig. 14. Concebido para el transporte y tratamiento de residuos y materiales sólidos a granel (áridos, polvo, grano, etc...). De vaciado total mediante fácil accionamiento por palanca del mecanismo lateral. Acabado superficial pintura epoxi.

<b>Capacidad</b>	<b>Altura útil</b>	<b>Anchura</b>	<b>Longitud</b>
<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>
1,15	1200	800	1200



El siguiente contenedor es un contenedor volteable y con entradas para transportar con montacargas por lo que tienes las mismas ventajas que el anterior.

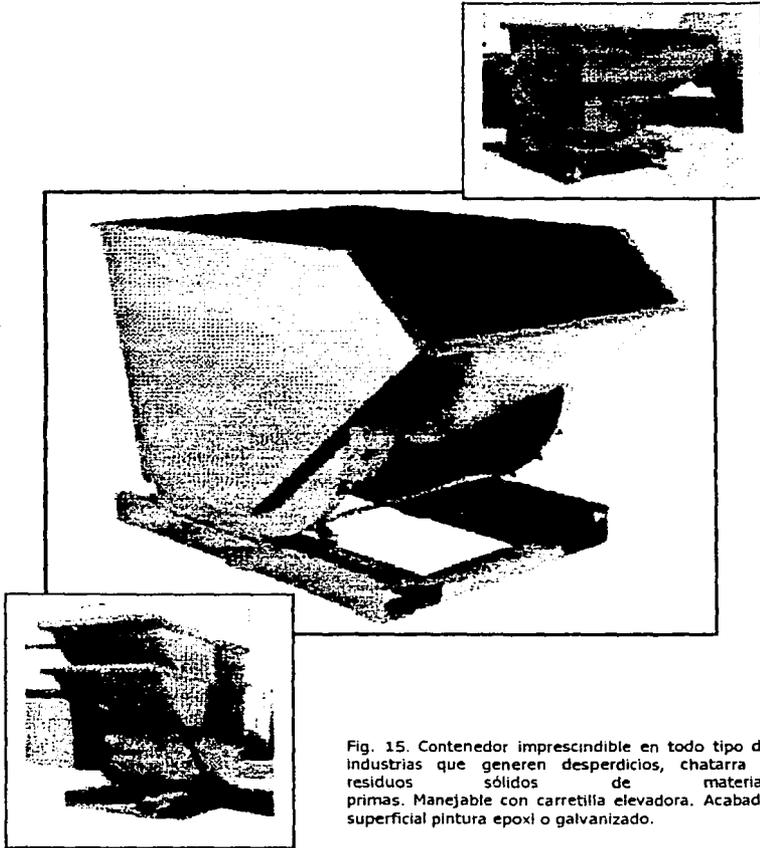
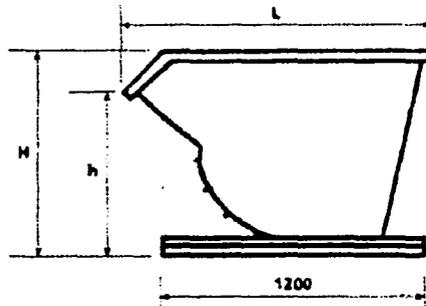
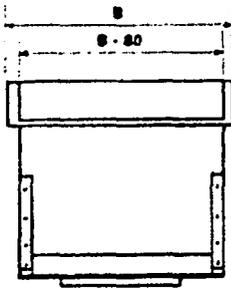


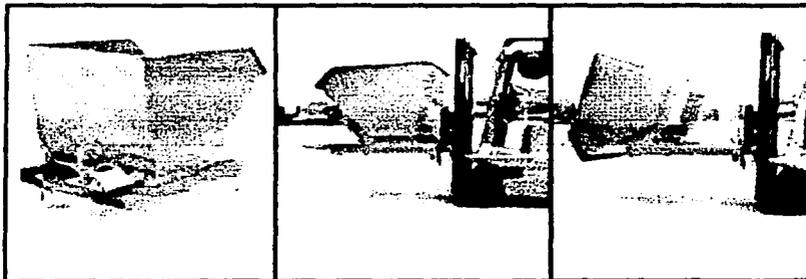
Fig. 15. Contenedor imprescindible en todo tipo de industrias que generen desperdicios, chatarra y residuos sólidos de materias primas. Manejable con carretilla elevadora. Acabado superficial pintura epoxi o galvanizado.

Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.



Medidas usadas con mayor frecuencia

Litros	H (mm)	L (mm)	B (mm)	h (mm)	kg
750	1090	1450	1020	900	173
1000	1090	1450	1270	900	188
1250	1090	1450	1580	900	206



## Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

Este contenedor es el mas sencillo, tiene la ventaja de que una vez lleno se puede acomodar otro encima el único modo de mover es con montacargas en caso de que tenga residuos de gran peso, pero también es ideal para residuos ligeros, este contenedor se encuentra en varios tamaños dependiendo cada necesidad, es uno de los contenedores mas usado debido a que por su sencillez también tiene un costo económico.

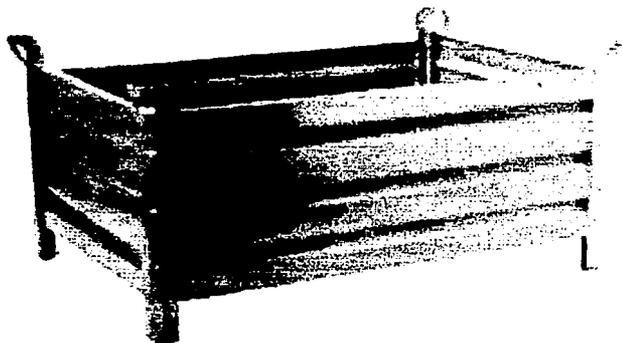
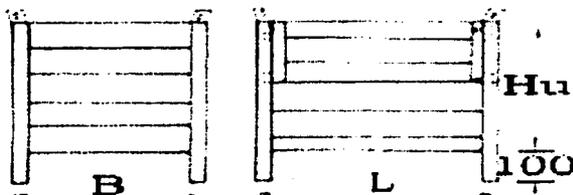
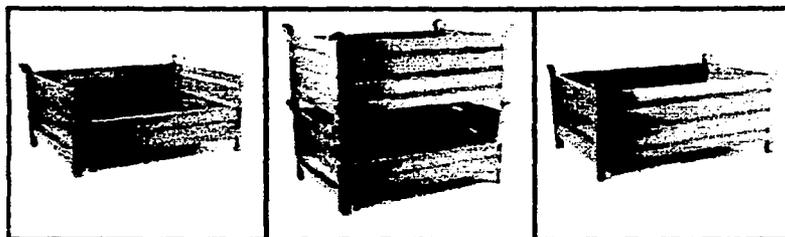


Fig. 16. Concebidos para el almacenamiento y movimiento de piezas pesadas de pequeño tamaño. Son apilables y se suministran opcionalmente con puerta frontal abatible. Acabado superficial pintura epoxi.



Almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

<b>Altura útil</b> <b>Hu</b> <b>(mm)</b>	<b>Anchura total</b> <b>B</b> <b>(mm)</b>	<b>Longitud total</b> <b>L</b> <b>(mm)</b>
400	500	800
500	800	1000
500	800	1200
500	1000	1200



Contenedor con capacidad entre  $6,9 \text{ m}^3$  y  $10 \text{ m}^3$

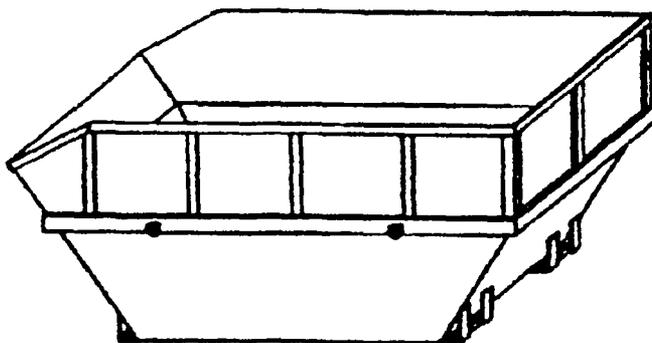


Fig. 17. Contenedor adecuado para recogida de desperdicios industriales, industrias papeleras, chatarras, etc.

### **CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTENEDORES INDUSTRIALES.**

#### **3.1. Deficiencia, errores y anomalías a evitar.**

Las deficiencias, errores o anomalías que se encuentran frecuentemente pueden agruparse de la manera siguiente:

Instalaciones interiores de los inmuebles.

- a) No hay nada previsto

A falta de emplazamiento a este efecto, los contenedores o recipientes se dejan en los patios, pasillos, escaleras de sótanos o incluso en los sótanos. Es el caso de la mayoría de los inmuebles antiguos; pero lo que es más extraordinario es aun el caso de inmuebles recientes en donde se pueden ver los recipientes reunidos en entradas o en patios sin un lugar específico.

- b) Instalaciones insuficientes

El peso y sobre todo el volumen de los residuos, que ha aumentado, ha hecho que muchas de las instalaciones antiguas, especialmente las situadas bajo escaleras, se hayan convertido en insuficientes para contener el número de recipientes necesario lo que conduce a dejar estos recipientes en patios o pasillos de acceso.

- c) Instalaciones mal concebidas

Se pueden dar varios ejemplos:

- Los recipientes colectivos se colocan unos al lado de otros en un local especial, en condiciones tales que el vaciado tiene lugar de

mala forma: una parte de los residuos cae fuera de los contenedores colectivos.

- Los recipientes colectivos se colocan en un local de altura insuficiente para penetrar en el o incluso para volcar los recipientes de residuos;
- El local tiene la forma de un embudo estrecho. Por ello la manipulación de los contenedores se hace mal y, por otro lado el empleo de los contenedores esta condenado de antemano;
- El local no esta aireado; lo cual es necesario para que los malos olores no se acumulen y se eviten enfermedades al seguir manipulando los contenedores;
- Locas desprovisto de puerta, lo que favorece la intrusión de animales (roedores, perros, etc....).

d) Mala disposición para el vaciado de basuras

- La altura libre es insuficiente para colocar contenedores de un volumen adecuado; se encuentra frecuentemente el caso de utilización de contenedores inadecuados en volumen;
- La concepción de las tolvas es mala: algunas de gran capacidad no pueden vaciarse mas que por orificios fuera de proporción con la importancia de los desechos a evacuar y a veces dispuestos de tal forma que los desechos no puedan salir adecuadamente de los contenedores adaptados.

e) Locales poco accesibles interiormente, vacía-residuos

- Los pasillos son estrechos con ángulos rectos, escalones, puertas, lo que se hace así imposible y muy difícil y penosa la manipulación de los contenedores;
- Acceso que extingue a atravesar un local habitable lo que constituye un inconveniente muy grave.

Se encuentran frecuentemente en las industrias dificultades considerables para servir a todas ellas:

- Bien sea por prohibición de circular los vehículos de recogida por la vía interior,
- Por insuficiencia de resistencia del suelo,
- Por estrechez de las avenidas o por su trazado (codos),
- Por la ausencia de comunicaciones entre las vías, lo que obliga a maniobras y marchas atrás difíciles,
- Por no interrumpir las avenidas con el estacionamiento de los vehículos (hay que contar tres metros para el paso de ellos, como para los vehículos de bomberos),
- Por obstáculos diversos: vigas bajas, etc.

En situaciones tales, se han podido hacer las observaciones siguientes:

- En cierto grupo de industrias, la reunión de contenedores hacia el lugar de la recogida situado en el exterior del conjunto debe comenzar varias horas antes del paso de los vehículos, lo que tiene lugar hacia las siete;
- En otro, los contenedores se sacan la víspera de la recogida por la tarde, en función de las horas de trabajo de los encargados de esta labor;
- En otro grupo de industrias, el agrupamiento dura  $\frac{3}{4}$  de hora o más, mientras que, si la disposición de los lugares fuera correcta, podría hacerse en un menor tiempo;
- En el caso de industrias muy grandes debe de transportarse un número muy grande de recipientes, a veces hasta un centenar de metros, a falta de la posibilidad de acceso de los vehículos hasta las proximidades del lugar de almacenamiento de los contenedores.

A menudo estas deficiencias se acumulan, lo que lleva consigo, además de los inconvenientes desde el punto de vista higiénico, numerosas pérdidas de tiempo, dificultades para encontrar personal y gastos de gestión y recogida elevados.

### **3.2. Instalaciones interiores de los inmuebles**

La evacuación de los residuos, desde su lugar de producción hasta el punto de reunión para su recogida por el servicio municipal, comprende:

- El almacenamiento de los residuos sólidos industriales con vistas a su recogida.
- El transporte hasta el punto de recogida.

Los contenedores deberán almacenarse si la disposición del inmueble lo permite, en un local reservado a este uso, cerrado, ventilado al exterior por orificios provistos de rejillas metálicas finas, fácilmente accesible, abriendo directamente por una puerta a la calle, corredor de entrada, o patio. Si no es posible disponer de este local, se tomarán todas las disposiciones para que los contenedores, no permanezcan por mucho tiempo dentro de la misma industria en las zonas muchas veces comunes, sin que puedan molestar a su paso, ensuciar o desprender olores.

Sin embargo es preciso esforzarse en encontrar, en el interior de los inmuebles o en los patios, emplazamientos apropiados de fácil acceso.

Existen industrias que se encuentran en edificios de más de dos plantas para este tipo de inmuebles es aconsejable optar por el método de conducto de caída este tipo de evacuación de los residuos en los inmuebles por un tubo de caída no puede hacerse mas que por vía seca, salvo que se disponga de lo contrario, pero dándole instrucciones a los empleados a cargo de evacuar los residuos de tener las precauciones necesarias para que no se llegue a obstruir

el paso de los residuos ya que las operaciones de desatranco son de un costo considerable.

El conducto debe poderse limpiar fácilmente. Estas operaciones son muy importantes, pues es precisamente el riesgo de una suciedad interior, causado por la adherencia de materias fermentables, que puedan formarse a la larga lo que se puede ver como desventaja a esta instalación, sin embargo son mas sus cualidades.

El conducto debe de estar en depresión respecto a los locales en los que se establecen los vaciadores. La circulación de aire debe de establecerse de arriba abajo. Una buena disposición consiste en establecer un tubo de ventilación paralela al conducto de caída, tomando el aire del local situado en la base de este ultimo, para evacuarle por la parte superior.

Deben de ser lo más silencioso posible. Además su emplazamiento y su modo de fijación se escoge de forma que se reduzcan al mínimo los ruidos transmitidos.

La fijación de estos aparatos se hace evitando las uniones rígidas con la fabrica principal (abrazaderas antivibratorias para las canalizaciones y montajes antivibratorios para los motores).

En la recepción de la parte baja del conducto de caída, plantea problemas debido al lanzamiento de objetos pesados produciendo a veces roturas de columna. El tubo puede desembocar directamente encima de un contenedor o a una tolva de almacenamiento.

La salida directa es el sistema más sencillo y más extendido, obliga a tener permanentemente un contenedor bajo el tubo de caída. Esto impone la sustitución del recipiente, desde que se llena, por otro vacío. Para facilitar

esta situación puede ser útil disponer en el extremo del tubo de caída de un registro que asegura su cierre durante el tiempo de maniobra.

La tolva de almacenamiento bajo el conducto de caída presenta ciertas ventajas:

- Amortigua la caída de los objetos pesados,
- Permite una economía de recipientes, pues no es necesario disponer de un recambio durante el vaciado o durante la limpieza del recipiente,
- Se puede prever el servir a varios conductos de caída por un mismo contenedor.

Locales de almacenamiento. En principio se debe disponer de un local o alojamiento de dimensiones suficientes para poder almacenar fácilmente los contenedores llenos correspondientes al intervalo de tiempo que separa dos recogidas. Se debe tomar en cuenta que la salida de los contenedores no debe de estar obstruida por ningún motivo y de preferencia que esta sea a la calle o en donde el camión de recogida tenga acceso directamente.

Los materiales almacenados deben de protegerse de elementos antes de transportarlos. Pueden utilizarse diversos contenedores y locales para almacenar residuos sólidos, incluyendo 1) un espacio de almacén totalmente cerrado; 2) estructuras con tejados, sin paredes; 3) contenedores de transporte en bruto; y 4) cubos a medida para el combustible derivado de residuos.

Como los residuos sólidos son generalmente de bajo valor, el almacenamiento debe tener un bajo costo. El almacenamiento en almacenes convencionales generalmente no es económicamente factible si no existen condiciones especiales. En climas templados, es aceptable el almacenamiento en estructuras con tejados y sin paredes, si es posible proteger materiales

sensibles como el papel empacado, de la lluvia. Otros materiales como el plástico, aluminio y cartón pueden almacenarse fuera sin problemas.

Uno de los sistemas de almacenamiento más económico es el uso de contenedores de transporte, ya que este sirve como camión de recogida, y debido a que muchas veces en las industrias los residuos son materiales reciclables, los compradores de estos materiales son los dueños de estos contenedores de transporte.

El almacenamiento de combustible derivado de residuos es más complejo. Como el combustible derivado de residuos tiene una densidad baja y es potencialmente putrefactible, se debe manejar en contenedores especiales que operan bajo el principio de no mezclar el residuo que entra y sale en e mismo orden, primero dentro, primero fuera. Este asegura que el combustible derivado de residuos no permanecerá almacenado mas tiempo del necesario. Se han desarrollado varios sistemas que operan en una base primero dentro, primero fuera y que también afirman evitar atascos del combustible derivado de residuos de baja densidad.

### **3.3. Disposiciones que conviene adoptar.**

Para las industrias existentes algunos de esos defectos son desgraciadamente irremediables, pero en numerosos casos trabajos relativamente poco importantes o la utilización de contenedores apropiados puede aportar mejoras notables.

A veces, pueden desplazarse tabiques separadores móviles, instalarse ventilaciones y planos inclinados, sin dar lugar a gastos importantes.

Igualmente, se pueden modificar algunos trazados de vías, su disposición u organización.

Por otro lado, se puede, en casos de insuficiencia de las instalaciones, o utilizar sacos dispuestos sobre soportes metálicos, si la recogida se efectúa por medio de contenedores herméticos, de poner en un patio o en un local común tales recipientes, que son perfectamente higiénicos si se mantienen bien.

Existen modelos de soportes de contenedores muy convenientes que llevan un orificio de vaciado circular distinto, por encima de cada uno de los contenedores, una puerta metálica delante de cada recipiente, un suelo sólido y pendiente suave (con una señal que define de forma evidente el lugar de cada contenedor).

Para las industrias nuevas tenemos:

a) Consideraciones generales

El problema consiste en liberarse de los residuos sólidos industriales en las mejores condiciones de higiene y comodidad.

El conjunto de operaciones a realizar, para reunir los residuos sólidos industriales de todos los lugares dentro de la industria en un punto determinado de donde lo coge el camión de recogida, constituye lo que se acostumbra llamar la recogida de residuos sólidos. La importancia de la recogida no debe subestimarse. Si no se toman las disposiciones adecuadas, pueden hacerse muy incómoda la explotación y convertirse en muy costosa.

b) Criterios generales a observar

Es indispensable tener en cuenta los criterios que se examinan a continuación:

#### Criterios de diseño de contenedores industriales.

**Comodidad.** Los sistemas deben ser cómodos a la vez para los encargados del almacenamiento en la industria y el personal de recogida de los residuos sólidos industriales.

Una de las condiciones más esenciales de la comodidad reside en las dimensiones de los locales que deben preverse con amplitud.

**Seguridad.** Los sistemas adoptados no deben presentar ningún peligro ni para los usuarios ni para el personal encargado de la explotación o del mantenimiento.

**Higiene.** Los problemas de higiene deben ser, de forma esencial, los de la protección contra los olores, los insectos, las ratas, así como los de emisión de polvos.

**Silencio.** Es preciso que tanto los vacía-basuras como los contenedores y los vehículos sean silenciosos. Este criterio puede llevar a excluir los trituradores de inmuebles todos ellos ruidosos.

**Robustez, fiabilidad.** No es preciso retener un sistema de evacuación mas que si está asegurado su funcionamiento en todos sus aspectos. La regla de oro debe ser la de introducir la menor mecánica posible (por ejemplo, proscribir las cintas transportadoras en distancias largas).

**El costo global de los dispositivos empleados.** Para establecer el valor global de un sistema , es necesario toma en cuenta el tiempo empleado por el personal pagado por meses, lo mismo que el de los demás asalariados, las amortizaciones y los costos de mantenimiento y de forma general todos los elementos de costos de la recogida de los residuos.

### **3.3.1. Consideraciones generales.**

A continuación vamos a presentar ciertas consideraciones necesarias para la mejor elección de los contenedores, dependiendo de la industria que se trate, ya que trataremos puntos como el volumen de residuos que genera la industria, coordinación con el servicio de recogida, higiene, resistencia en los contenedores por elegir, en fin varios puntos que nos ayudaran para conocer mejor que es lo que debemos considerar en el momento de diseñar el espacio necesario para el almacenamiento de los residuos sólidos industriales.

#### **3.3.1.1. Evaluación de las cantidades de residuos a almacenar.**

Los desechos a tomar en consideración para la disposición de los inmuebles no deben ser de ayer ni los de hoy, sino los de los próximos años.

En los proyectos, las disposiciones adoptar son función de la producción cotidiana de los desechos y también de la frecuencia de la recogida. Si se considera que en las ciudades importantes (y sobre en las antiguas) la recogida diaria es algo aconsejable, hay una tendencia actual a reducirla. Por consiguiente, será oportuno prever locales que admitan, si no siete días de almacenamiento, por lo menos cuatro días, lo que corresponda a la recogida bisemanal (con días de fiesta y puentes).

Es importante saber el peso volumétrico y otros factores para conocer el volumen de los residuos generados por la industria, ya que si son muy voluminosos necesitaremos contenedores de tamaño grande dependiendo la frecuencia de recogida, Para esto es necesario un estudio de producción de residuos sólidos por día, saber cuantos días a la semana produce la industria, si dentro de la industria se encuentran los comedores para los empleados, porque debido a esto también se generarían desechos de comida y se necesita saber que cantidades de desechos se generan del comedor ya que para estos residuos se necesitan contenedores especiales (cerrados), se tiene

que hacer un estudio minucioso de la cantidad de residuos producidos por día o por semana, de cada una de las áreas diferentes de la industria.

### **3.3.1.2. Coordinación con el servicio de recogida.**

En el caso de una construcción de una cierta importancia, se debe insistir en la necesidad de una estrecha coordinación entre el promotor inmobiliario y el servicio municipal de recogida de los residuos sólidos industriales. En efecto la elección de recipientes y la disposición del inmueble son función de los datos particulares relativos al mismo, pero son función también del material municipal de recogida.

En la disposición del inmueble, los locales a prever, la anchura de las puertas los pasos estrechos, y los montacargas son función del número y tipos de recipientes a elegir así como los dispositivos de mantenimiento a utilizar (carros, tractores).

El control de las buenas disposiciones puede hacerse últimamente cuando se pide el permiso de construir.

Algunas ciudades han establecido instrucciones especiales con destino a los ingenieros, fijando las dimensiones de los emplazamientos y accesos a los locales. Sería deseable que se impusieran normas para toda construcción nueva.

En el plano de los principios se considera, de forma general, que la retirada de los desechos industriales y comerciales no entra en la misión del servicio municipal que lleva a cabo la recogida y eliminación de los residuos sólidos.

Sin embargo, si no se deriva ninguna molestia ni para la recogida, ni el tratamiento, el servicio municipal realiza a veces la retirada de ciertos

desechos industriales o comerciales mediante el pago de una cantidad determinada.

Sin ser el objetivo esencial, esta retirada puede mejorar el balance financiero de la recogida. Algunas municipalidades consideran que no pueden desinteresarse de este tipo de recogida y admiten que constituyen una medida de salubridad general. Es evidente que numerosos comerciantes y artesanos encuentran así el medio de poder evacuar algunos desechos que les sería más costoso eliminar por sus propios medios, evitándose así la incitación a los abandonos clandestinos.

Esta es la razón por la que el pliego de condiciones tipo prevé la posibilidad de una retirada por el servicio de recogida de los residuos sólidos domiciliarios, con el acuerdo de la administración y dentro de los límites por ella definidos. Cabe destacar que algunos industriales llevan sus desechos directamente a los lugares de tratamiento (fabricas, vertederos), y el problema de su aceptación no se presenta más que al nivel de eliminación.

Para los residuos industriales, es evidente que el servicio de recogida municipal no puede encargarse de la retirada de los residuos peligrosos. Estos deben tratarse por procedimientos especiales y eliminarse por parte del industrial (tratamiento individual) o por parte de los Centros de tratamiento de los desechos industriales (tratamiento colectivo) que hacen su aparición y que deben equiparse para la transformación y la eliminación de tales residuos de forma que se evite toda molestia.

Por tanto, un servicio municipal de recogida de podrá encargarse -y esto dentro de ciertos límites- más que de la retirada de los residuos industriales no peligrosos, cuyo material de recogida puede acomodarse y que no presente inconvenientes en una etapa posterior para las instalaciones de tratamiento o en los vertederos.

Prácticamente no se admitirá mas que los residuos sólidos industriales asimilables a los residuos sólidos domiciliarios.

Se ve, por todo lo anterior, que la naturaleza de los residuos sólidos industriales son un elemento de primera importancia en cuanto a su aceptación en la recogida de residuos sólidos domiciliarios. No hay que decir que la cantidad de residuos sólidos a retirar es también a considerar, teniendo en cuenta los medios de que dispone el servicio municipal.

Modalidades de retirada.

Cuando se ha admitido el principio, la retirada por el servicio de recogida de los residuos sólidos industriales puede realizarse por dos métodos:

1. Admitir, más allá del volumen de residuos industriales tolerados gratuitamente sin pago especial, un suplemento a evacuar por el vehículo que realiza el servicio normal, contra pago de una cantidad a tanto alzado o por contenedor. Los residuos especiales deben depositarse en contenedores especiales.
2. Organizar, con beneficio de las empresas de importancia media y con un limite a fijar, teniendo en cuenta las posibilidades del servicio tanto en cuanto a material de recogida como en instalaciones de evacuación de tratamiento, una retirada periódica contra pago de una cantidad a tanto alzado de bono, mensual o trimestral; Este servicio debe de realizarse para cada empresa un día fijo con un vehículo apropiado.

Esta retirada por el servicio municipal, dentro de limites admisibles, da servicio corrientemente a los industriales, artesanos y comerciantes. Las condiciones de ejecución del servicio deben de ser perfectamente conocidas por él publico: definición de los objetos excluidos de la recogida especial (naturaleza, peso, volumen); condiciones de inscripción, tarifas de recogida, si hay lugar a ellas, fechas e itinerarios si son fijos, etc.

### **3.3.1.3. Factores a considerar en el diseño y selección.**

Debemos considerar varios factores para el diseño de nuestros contenedores, o en su defecto para la selección de los ya existentes en el mercado, para saber que de que tipo de contenedor, de que tamaño, de que resistencia, o cuantos contenedores necesitamos es preciso conocer lo siguiente:

- Tipo de residuo,
- Cuantos tipos de residuos diferentes genera la industria,
- Que volumen de residuos genera diariamente,
- El peso volumétrico de los residuos,
- La coordinación con el camión de recogida,
- Si la industria vende sus residuos para el reciclaje,
- Si la industria que genera los residuos es la que los traslada a su destino final,
- Si la industria está por ser diseñada, considerar el área requerida para el almacenamiento de los residuos,
- Si la industria ya esta establecida y no tiene espacio suficiente,
- Si la industria cuenta con comedor para sus empleados,
- Si existen otro tipo de instalaciones especiales para los empleados, como regaderas o lugares especiales en donde se generarían residuos diferentes a los de la producción de la industria,
- Presupuesto con el que cuenta la industria para este proyecto.

Dependiendo de cada uno de los factores mencionados anteriormente es como debe diseñarse el tamaño o tipo de contenedor, como se puede ver no es una cuestión difícil de analizar, solo es un buen análisis del tipo de industria que se trate, aunque también es importante saber si la industria cuenta o no con el espacio necesario para el o los tipos de contenedores necesarios ya que dependiendo de esto podemos saber con exactitud que tipo de contenedor requiere la industria.

Una recomendación importante es la separación de los residuos ya que las diferentes áreas de la industria producen diferentes tipos de residuos, y muchas veces con esta separación podemos ayudar al reciclaje y así poder vender algunos de los residuos generados por la industria.

Para saber con exactitud cada uno de los factores necesarios hablamos de ellos con mas amplitud en los puntos siguientes y en los dos anteriores de este de este mismo capitulo.

#### **3.3.1.4. Maniobrabilidad.**

El problema de la elección de los emplazamientos donde deben agruparse los recipientes para ser llevados hacia los vehículos de recogida es a veces tema de discusión.

Pueden presentarse distintos casos.

En primer lugar, si se trata de industrias próximas a las vías publicas, los recipientes se reúnen en un lugar poco alejado de la vía publica. Si los encargados de este trabajo deben de presentar los recipientes para la recogida en la acera, se dispone los mas corrientemente de un solo punto de presentación. Es preciso cuidar que el numero de los contenedores no sean excesivos hasta el punto de ocupar desmesuradamente la acera.

Si el camión de recogida no puede tener acceso a la industria y los contenedores se tienen que presentar en la vía publica, se debe evitar el empujar carros de contenedores a distancias demasiado largas: por ejemplo 100 metros resultan ser una distancia excesiva, siendo 40 ó 50 metros una distancia aceptable.

Para que la maniobrabilidad de los contenedores resulte más fácil en el caso de que se tengan que llevar hasta el camión de recogida se pueden construir trenes de contenedores movidos por un pequeño tractor (del tipo de los

usados en las estaciones de ferrocarril) para llevar los recipientes al lugar de estacionamiento del vehículo de recogida.

En el caso de que el camión de recogida tenga acceso directo a los contenedores este deberá tener unas palas para introducir a las orillas del contenedor y así poder voltearlos y vaciar los residuos.

Otro tipo de maniobrabilidad se presenta cuando los contenedores se deben de subir al transportador de ellos, esto se hace con un montacargas que su tamaño depende del tamaño del contenedor que la industria requiera.

#### **3.3.1.5. Resistencia.**

La resistencia de los contenedores se va a dar dependiendo del tipo de residuo a almacenar, así como del volumen a almacenar. Cualquier contenedor para almacenamiento de residuos debe de ser de una buena calidad, debido a que los contenedores deben de tener una larga vida útil, ya que si no se presentara así, esto representaría un costo muy elevado

#### **3.3.1.6. Higiene.**

Este es un punto en el que vale la pena reflexionar, ya que la higiene del local para el almacenamiento depende de:

- Las dimensiones del lugar del almacenamiento,
- La elección adecuada de los contenedores
- El cálculo de nuestra generación de residuos diarios,
- La coordinación con el camión de recogida,
- La limpieza del local de almacenamiento después de cada recogida,
- La capacitación correcta de los empleados a cargo de los residuos,
- La separación de los residuos,

- El combate de insectos, roedores y cualquier animal que se presente debido a los residuos.

De todos esto punto va a depender que nuestro local de almacenamiento este siempre con la higiene deseable, ya que cualquier punto que fallara repercutiría en ella por ejemplo:

Si las dimensiones del local para el almacenamiento o la elección de los contenedores no es la adecuada en tamaño, para los residuos esperados, nuestro lugar de almacenamiento se saturara de residuos antes de lo planeado.

Y esto se presenta para cada uno de los puntos citados anteriormente, ya que todos están ligados unos con otros para que la higiene sea la adecuada.

Si no se presentara la higiene adecuada en un lugar de almacenamiento de residuos sólidos, este presentaría malos olores, insectos como moscas, cucarachas, etc., y animales roedores como ratas y cualquier otro. Muchos de estos animales se expanden por toda la industria hasta convertirse en plaga y en un peligro para el personal de la industria, debido a que en los comedores se encuentran contaminados por estos y pueden llegar a causar algunas enfermedades por la falta de higiene en nuestros lugares de almacenamiento de residuos.

### **3.3.1.7. Materiales de construcción.**

Los materiales de construcción para los diferentes tipos de contenedores es muy variado, y es dependiendo de la resistencia que se necesite para los contenedores, también depende de la industria que haga los contenedores pondremos una lista de los diferentes materiales que el autor encontró en contenedores:

- Plástico,

- Fibra de vidrio,
- Acero,
- Tela plastificada en caso de los sacos para almacenar residuos,
- Lamina lisa,
- Lamina corrugada,
- Camisas de polietileno impermeabilizantes,
- Polipropileno

Cabe mencionar que todos los contenedores presentados en este trabajo son de diferentes industrias que se dedican a la producción de los mismos.

También necesitaremos otros materiales para construcción, para el caso que podamos construir un cuarto especial para el almacenamiento de los residuos sólidos y serán los siguientes:

- Cemento,
- Grava,
- Varilla,
- Arena,
- Ladrillos,
- Agua,
- Etc.,

Estos materiales serán ocupados en caso de que se haga un cuarto construido tradicionalmente, ya sea techado o no, ya que este se puede usar como lugar de almacenamiento directamente o, para mantener contenedores dentro del cuarto construido, pero en dado caso, se puede poner techo de laminas o un cuarto completo de lamina, también se puede construir un cuarto de panel prefabricado, esto va a depender del presupuesto que tenga la industria para esta área.

### **3.3.1.8. Costos.**

El costo es un punto importante de considerar, ya que las industrias no destinan demasiados recursos para sus residuos, por lo que es importante tener un buen conocimiento de los datos requeridos para evaluar el volumen generado por cada industria y así poder tener la mejor y más económica selección en contenedores. En el siguiente punto se presenta una ecuación para evaluar el volumen generado por la industria generadora.

### **3.3.1.9. Consideraciones de diseño.**

En el diseño cabe mencionar que ninguna norma detalla las especificaciones técnicas que debe reunir el almacenamiento central en las fuentes de generadoras, por lo que es de mucha utilidad proponer conceptualmente y diseñar una instalación que permita almacenar conjuntamente, y de manera separada, residuos industriales, residuos comunes o municipales, así como productos reciclables.

Esta instalación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El periodo de almacenamiento temporal a temperatura ambiente no debe exceder de 72 hrs.
- Los residuos patológicos deben conservarse a una temperatura no mayor de 4°C.
- Estar separada de las áreas de trabajadores, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, de esparcimiento, oficina, talleres y lavandería.
- Estar techada y ubicada donde no existe riesgo de inundación y que sea de fácil acceso.
- Contar con extintores acordes al riesgo asociado.

- Contar con muros de contención lateral y posterior, con una altura mínima de 20 cm.
- Contar con señalamiento y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- Contar con programas de desinfección y fumigación, con cierta frecuencia.

Ahora bien para el cálculo del almacenamiento de los residuos generados podemos aplicar la siguiente expresión.

$$V = \frac{G}{P.V} \times \frac{1}{f} \times F$$

Donde:

V: Volumen del almacenamiento en m<sup>3</sup>.

G: Generación diaria de residuos a considerar para el diseño del almacenamiento, kg/día.

PV: Peso volumétrico de los residuos, en kg/m<sup>3</sup>.

f: frecuencia de recolección, expresada en días de servicio a la semana (1/7, 2/7, 3/7, etcétera).

F: Factor de seguridad, adimensional.

Cabe destacar que este volumen se considerara para la selección de contenedores.

El área requerida para la instalación de los contenedores será para un mayor volumen, ya que los mismos contenedores ocuparan cierto espacio.

Ahora bien, dependiendo las necesidades de cada industria aquí se presentan tres diferentes tipos de contenedores, En la figura 3.1 se puede ver que es un contenedor que se ajusta a cualquier necesidad, mientras que en las figuras 3.2 y 3.3 son contenedores con medidas estándares para los fabricantes

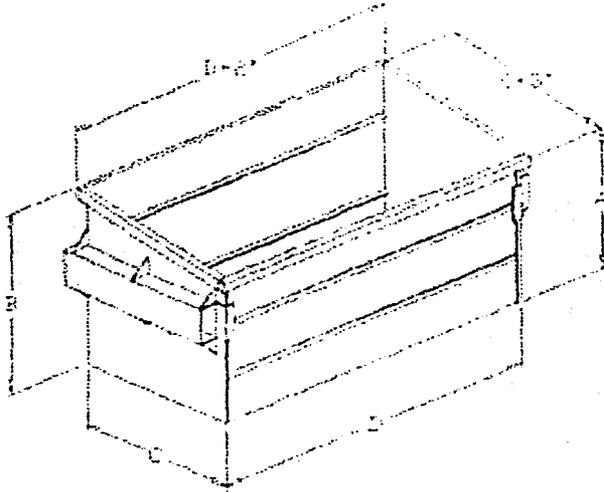


Fig. 3.1. En este diseño de contenedor podemos apreciar que solo la industria generadora de residuos debe conocer con precisión el volumen que necesita para cada contenedor que requiera.

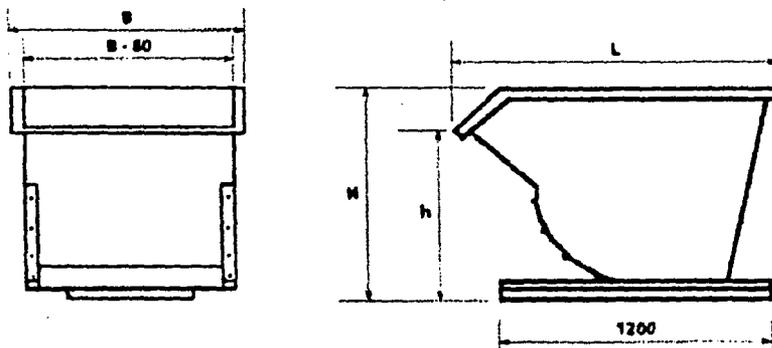


Fig. 3.2. contenedor con diferentes medidas estándares.

Medidas estándares

Litros	H (mm)	L (mm)	B (mm)	h (mm)	Kg
750	1090	1450	1020	900	173
1000	1090	1450	1270	900	188
1250	1090	1450	1580	900	206

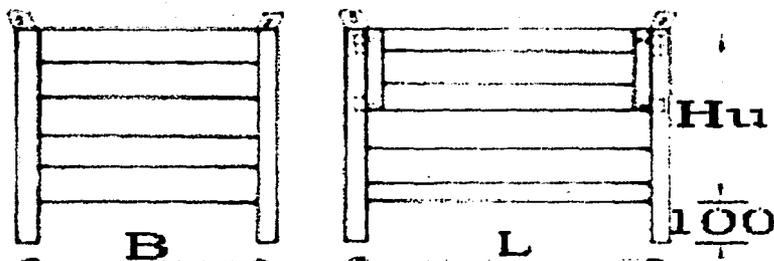


Fig. 3.3. Contenedor con soportes para apilar uno sobre otro.

Medidas estándares

Altura útil $H_u$ (mm)	Anchura total $B$ (mm)	Longitud total $L$ (mm)
400	500	800
500	800	1000
500	800	1200
500	1000	1200

## **CAPÍTULO 4. SELECCIÓN DE CONTENEDORES.**

### **4.1. Tipo de residuo.**

Para la selección de contenedores es preciso conocer el tipo de residuo a almacenar por lo que a continuación se presentará un resumen de los diferentes tipos de residuos sólidos relacionándolos con los contenedores apropiados para su almacenamiento.

Como primera clasificación, se pueden separar, colocándose desde un punto de vista físico, los desechos en estado sólido, de los que están en estado líquido, pastoso o gaseoso.

Una segunda clasificación, que es esencial para el tema que nos ocupa, es la distinción de tipo de residuo que está entre los industriales peligrosos y los demás.

- A) los residuos industriales peligrosos comprenden:
- a) Los residuos tóxicos: son por ejemplo las sales de temple residuales de los talleres de tratamiento térmico, las sales de cobre, de mercurio, los fenoles, los sobrantes de los talleres de galvanoplastia (cargados de productos cianurados y de cromatos).
  - b) Los residuos ácidos que proceden de unidades de síntesis orgánica o mineral, de talleres de tratamiento de superficies, etc. Se trata especialmente de los ácidos clorhídrico, sulfúrico, nítrico y de compuestos orgánicos de carácter ácido.
  - c) Los residuos básicos. Por ejemplo, los desechos alcalinos hidroxilos producidos por las industrias químicas de síntesis, las refinерías, los talleres de tratamiento electrolítico.

- d) Los residuos combustibles: aceites y disolventes orgánicos usados, hidrocarburos diversos, barros de carácter orgánico, etc.
- e) Los residuos radioactivos, citados como recordatorio y que son objeto de estudios específicos por parte de las autoridades competentes.

B) Los demás residuos industriales comprenden:

a) Los residuos industriales específicos, entre los que se puede distinguir:

- Los inertes: escombros, gravas, escorias metálicas, de altos hornos, vidrios, etc.;
- Los no inertes, sujetos a la evolución o transformación y que necesitan un tratamiento apropiado: neumáticos, caucho, residuos putrescibles, tales como las vinazas, desechos industriales alimentarios, etc.

b) Los residuos industriales asimilables a los domiciliarios. Buen número de residuos industriales tienen una composición próxima a la de los residuos domiciliarios y le son asimilables: se trata de los desechos de fabricación, (madera, tejidos, papeles), embalajes, trapos, barredoras, desechos de cantina, etc.

En las siguientes tablas se resumen los diferentes tipos de residuos.

Tabla 4.1  
Fuentes, tipos de residuos sólidos y contenedores apropiados.

Fuente	Tipos de residuos sólidos	Tipo de contenedor más apropiado
Doméstica	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.	Contenedor pequeño, de plástico o metal galvanizado. Barril, plástico, aluminio o fibra. Pueden ser contenedores cerrados, abiertos o semiabiertos.
Comercial	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales (ver párrafo superior), residuos peligrosos, etc.	Contenedor mediano. Contenedor utilizado como compactador estacionario. Contenedor de preferencia cerrado.
Institucional	(como en comercial)	Contenedor mediano. Contenedor utilizado como compactador estacionario.
Construcción y demolición	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.	Contenedor grande de lamina galvanizada y

Selección de contenedores.

		resistente. Contenedor abierto.
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento)	Residuos especiales, basura, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.	Contenedor grande y abierto.
Plantas de tratamiento; incineradoras municipales	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.	Contenedor grande de material resistente a la oxidación e impermeable.
Residuos sólidos urbanos	Todos los citados.	Todos los anteriores.
Industrial	Residuos de proceso industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.	Contenedores grandes, de material resistente, antioxidante, impermeable, cerrado (aconsejable dependiendo del tipo de residuo tabla 4.2)
Agrícolas	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.	Contenedor grande, impermeable, de material durable, cerrado abierto o semiabierto.

A continuación se presenta una lista de todos los residuos generados por la industria, en la tabla anterior se presenta el tipo de contenedor más adecuado.

Tabla 4.2  
Residuos Sólidos Industriales

Fuente	Residuos Industriales
Pertrechos militares y accesorios	Metales, plásticos, goma, papel, madera, tela, rechazos químicos
Comida y productos asociados	Carnes, grasas, aceites, huesos, vísceras, vegetales, frutas, frutos secos, y cáscaras, cereales
Productos de fabricas de tejidos	Rechazos de tejidos y fibras
Ropa y otros productos elaborados	Tejidos, fibras, metales, plásticos, goma
Madera y productos de madera	Madera no útil, viruta, aserrín, en algunos casos metales, plásticos, fibras, pegamentos, selladores, pintura, disolventes
Muebles, madera	Aquellos listados en madera y productos de madera, además tejidos y rechazos de relleno
Muebles, metal	Metales, plásticos, resinas, vidrio, goma, adhesivos, tejidos, papel
Papel y productos asociados	Rechazos de papel y fibras, productos químicos, recubrimientos de papel, tintas, pegamentos, grapas, etc.
Impresión y edición	Papel, papel de periódicos, cartón, metales, productos químicos, tejidos, tintas, pegamentos
Productos químicos y productos relacionados	Productos químicos orgánicos e inorgánicos, metales, plástico, goma, vidrio, aceites, disolventes, pigmentos

Refinería de petróleo e industrias relacionadas	Asfalto y alquitranes, fieltros, amiantos, papel, tejido y fibra
Goma y diversos productos plásticos	Goma y plásticos no útiles, negro de humo, compuesto de curado, tintas
Cuero y productos de cuero	Cuero no útil, hilo, tintas, aceites, compuestos de procesamiento y curado
Productos de piedra, arcilla y vidrio	Vidrio, cemento, arcilla, cerámica, yeso, amianto, piedra, papel, abrasivos
Industrias primarias de metal	Chatarra de metales féreos y no féreos, escoria, arena, machos y modelos para moldes, agentes de cohesión
Productos fabricados de metal	Metales, cerámica, arena, escoria, laminas, recubrimientos, disolventes, lubricantes, limpiadores de los baños, limpiadores de metales
Maquinaria no eléctrica	Escoria, arena, machos de moldes, chatarra metálica, plásticos, resinas, goma, tejido, pintura, disolventes, productos de petróleo
Eléctrica	Chatarra metálica, negro de carbón, vidrio, metales raros, goma, plásticos, resinas, fibras, rechazos de tejido
Equipamiento de transporte	Chatarra metálica, vidrio, fibra, madera, goma, plásticos, tejidos, pinturas, disolventes, productos de petróleo
Instrumentos de utilización profesional y científica	Metales, plásticos, resinas, vidrio, madera, goma, fibras, abrasivos
Fabricación miscelánea	Metales, vidrio, plásticos, resinas, cuero, goma, hueso, tejido, paja, adhesivos, pintura, disolventes, materiales compuestos

Tabla 4.3

## Residuos hospitalarios biológicos infecciosos

<b>Fuente</b>	<b>Residuo</b>	<b>Contenedor</b>
Hospitales, laboratorios, y veterinarias.	<p>La sangre humana.</p> <p>Los productos derivados de la sangre, incluyendo plasma, suero y paquete globular.</p> <p>Los materiales con sangre o sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.</p> <p>Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.</p> <p>Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.</p> <p>Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.</p> <p>Los patológicos.</p>	<p>Contenedor impermeable, durable, resistente, de fácil manejo, y limpieza, con asas y con tapadera hermética para evitar el acceso de la fauna nociva, sin aristas filosas.</p>

Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.

Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.

Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antimrábicos o utilizados en los centros de investigación.

Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios,

El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.

Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.

Los objetos punzocortantes

usados o sin usar.

Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta o cubre objetos, tubos de ensayo y similares.

#### 4.2. Volumen de residuos a almacenar.

Para evaluar el volumen de los residuos generados se puede aplicar la siguiente expresión mencionada en el capítulo 3.

$$V = \frac{G}{PV} \frac{1}{f} F$$

Donde:

V: Volumen del almacenamiento en m<sup>3</sup>.

G: Generación diaria de residuos a considerar para el diseño del almacenamiento, kg/día.

PV: Peso volumétrico de los residuos, en kg/m<sup>3</sup>.

f: frecuencia de recolección, expresada en días de servicio a la semana (1/7, 2/7, 3/7, etcétera).

F: Factor de seguridad, adimensional.

Con esta ecuación, y una vez obtenido el volumen sólo resta seleccionar el contenedor con la capacidad requerida por la industria. En caso necesario se puede dividir el volumen para almacenamiento en dos o más contenedores., esto ya depende de la planeación o lo que resulte más económico.

A continuación se presentan varios tipos de contenedores comerciales con el rango de sus capacidades

Tabla 4.4

Esta tabla presenta los diferentes volúmenes que se presentan en los contenedores

Tipo	Unidad	Capacidad	
		Rango	Típico
<b><u>Pequeño</u></b>			
Contenedor, plástico o metal galvanizado	litros	76-151	114
Barril, plástico, aluminio o fibra	litros	76-246	114
<b>Bolsas de papel desechables</b>			
Estándar	litros	76-208	114
Resistentes a escapes	litros	76-208	114
A prueba de escapes	litros	76-208	114
<b><u>Mediano</u></b>			
contenedor	litros	765-7.650	30.59

Selección de contenedores.

<b>Grande</b>			
<b>Contenedor</b>			
Descubierto, roll off (también llamado cajas de escombros)	litros	9.176- 38.235	-- <sup>b</sup>
Utilizados con compactador estacionario	litros	15.294- 30.588	-- <sup>b</sup>
Equipado con mecanismo propio de compactación	litros	15.294- 30.588	-- <sup>b</sup>
<b>Contenedor montado en trailer</b>			
Descubierto	litros	15.294- 38.235	-- <sup>b</sup>
Cerrado, equipado con mecanismo propio de compactación	litros	15.294- 30.588	-- <sup>b</sup>

<sup>b</sup> El tamaño varía según las características de los residuos y las condiciones locales.

CONTENEDORES DE TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES  
CON TECHO DURO REMOVIBLE



<b>Volumen</b>		
37 m <sup>3</sup> (1,306.6ft. <sup>3</sup> )	75.4 m <sup>3</sup> (2,664.2ft. <sup>3</sup> )	85 m <sup>3</sup> (2,895.2ft. <sup>3</sup> )

CONTENEDORES PARA ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS ASFALTICOS



<b>Volumen</b>
15.3m <sup>3</sup> (540 ft. <sup>3</sup> )

CONTENEDOR DRY VAN



<b>Volumen</b>		
33.2 m <sup>3</sup> (1,172.3ft. <sup>3</sup> )	67.6 m <sup>3</sup> (2,386.1ft. <sup>3</sup> )	76.3 m <sup>3</sup> (2,694.2ft. <sup>3</sup> )

OPEN TOP



<b>Volumen</b>	
32.5m <sup>3</sup> (1,147.6ft. <sup>3</sup> )	65.9m <sup>3</sup> (2,326.9 ft. <sup>3</sup> )

Como se puede observar existen gran variedad de tipos y tamaños de contenedores, por lo cual las industrias generadoras de residuos sólidos solo deben de conocer la cantidad de residuos que generan, así podrán tomar la mejor elección.

#### 4.3. Costos.

Los costos que se presentan a continuación son solo de algunos de los contenedores existentes en el mercado pero cabe señalar que el costo se incrementa para los contenedores de mayor volumen.

Tabla 4.5  
Costos de contenedores proporcionado por:  
Contenedores Fernández, S.L

Concepto	Importe (pesos)
Contenedor de escombros (4m <sup>3</sup> )	5,000.00
Contenedor de escombros (6m <sup>3</sup> )	7,000.00
Contenedor de escombros (8m <sup>3</sup> )	9,000.00
Contenedor de escombros (10m <sup>3</sup> )	11,000.00
Contenedor de escombros (12m <sup>3</sup> )	13,000.00
Contenedor de residuos (4m <sup>3</sup> )	5,000.00
Contenedor de residuos (6m <sup>3</sup> )	7,000.00
Contenedor de residuos (8m <sup>3</sup> )	9,000.00
Contenedor de residuos (10m <sup>3</sup> )	11,000.00
Contenedor de residuos (12m <sup>3</sup> )	13,000.00

## **CAPÍTULO 5. ANTEPROYECTO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INDUSTRIAL.**

En este capítulo, se presenta un proyecto de almacenamiento de residuos sólidos relacionado con la industria del petróleo, que en este caso particular es sobre perforación de pozos para la extracción de gas, en la cual se generan como residuos: recortes de perforación, que están compuestos por el material de extracción, al hacer la perforación se obtienen las piedras y tierra que son mezcladas con diesel, el diesel se inyecta junto con la barrena para facilitar la perforación y es por esto que los residuos se consideran peligrosos. A continuación se describirá más detalladamente el proceso de perforación.

### **5.1. Descripción de la industria.**

La compañía Schlumberger se dedica a la industria petrolera y como tal es una compañía prestadora de servicios petroleros.

Aquí en México se dedica a la perforación de pozos de gas con contrato en el Norte de la República Mexicana, en la ciudad de Reynosa Tamaulipas. (Fig. 5.1.)



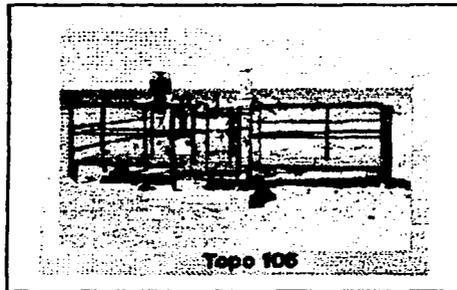


Fig. 5.1. Pozos ubicados en Reynosa Tamaulipas.

Esta compañía tiene con PEMEX un contrato integral ya que se encarga de la perforación y terminación del pozo, en donde se realizan procesos de descarga de línea de gas, construcción de locaciones, perforación y terminación de pozos. (Fig. 5.4)

Dentro de la etapa de perforación del pozo se generan cantidades de residuos peligrosos, estos residuos son llamados recortes de perforación y son generados dentro de esta etapa de formación. En la orilla de los pozos se hacen unas canaletas para que cualquier escurrimiento se dirija hacia la presa de recortes. (Fig. 5.2 y 5.3)

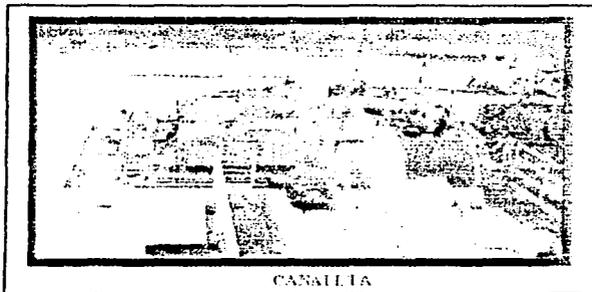


Fig. 5.2. Canaleta para guiar los escurrimientos de lodos

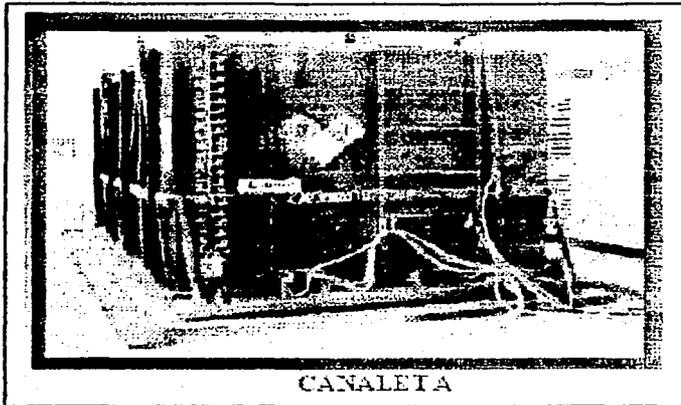


Fig. 5.3. Canaleta en la extracción de gas para guiar  
Cualquier escurrimiento de lodos.

Los recortes generados están impregnados de lodo base aceite (llamado lodo de perforación) este lodo debe cumplir con ciertas propiedades físicas las cuales dependen de las características del pozo. Estas propiedades son:

- Densidad.
- Viscosidad.
- Propiedades de gel.

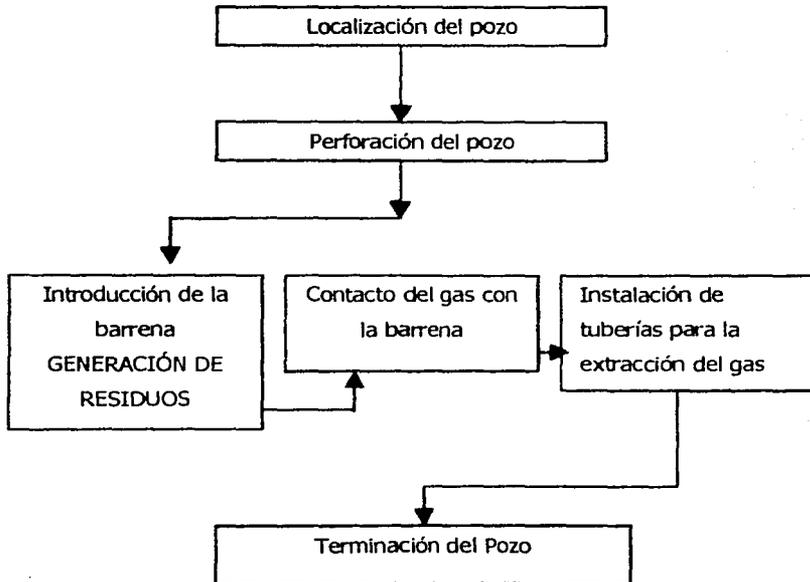
Las funciones de este lodo de perforación son:

- Lubricar la barrena.
- Suspender los recortes dentro del pozo (para evitar se vayan hasta el fondo del mismo).
- Sacar los recortes a la superficie.
- Crear una columna hidrostática que contra reste la presión del yacimiento.

Anteproyecto de un sistema de almacenamiento industrial.

Los recortes una vez que son sacados desde el fondo del pozo hasta la superficie, son puestos en unas mallas que con efectos vibratorios los recortes pasan a través de ellas y se hace la mayor separación posible de lodos y recortes, depositando a los recortes en contenedores destinados a ellos, y permanecen en estos contenedores hasta ser llenados, (Fig. 5.6), una vez llenados se depositan en una tolva (Fig. 5.7) la cual debe de tener un recubrimiento especial para transportar estos recortes a una planta de tratamiento RECOTEC, la cual a través de un proceso químico convierte este recorte en cemento. Para simplificar se presenta un diagrama con los pasos realizados en la explotación del pozo y en que momento se producen los lodos.

Fig. 5.4  
Diagrama de flujo que representa en forma simple los pasos a seguir en la extracción de gas



## 5.2. Determinación de área requerida.

El área deberá estar determinada en base a la obtención de residuos sólidos que la industria genera todos los días hasta la recogida de estos, teniendo un rango de almacenamiento, tomando en cuenta que el camión de recogida pudiera atrasarse.

Para saber la obtención de residuos sólidos, se hace un estudio de la producción de la industria y en base a esta producción sabremos aproximadamente que volumen de residuos tenemos diariamente.

Esta área debe contar con el espacio suficiente para maniobrar los contenedores y los residuos sólidos

El almacenamiento central contará con las siguientes áreas:

- Área de residuos municipales. Ver Fig. 5.5 .
- Área de residuos generados por la sustracción del gas. Ver Fig. 5.6 y 5.7
- Área destinada para la fosa séptica. Ver Fig. 5.8 .



Fig. 5.5 Contenedor para residuos municipales generados dentro de la producción de gas.

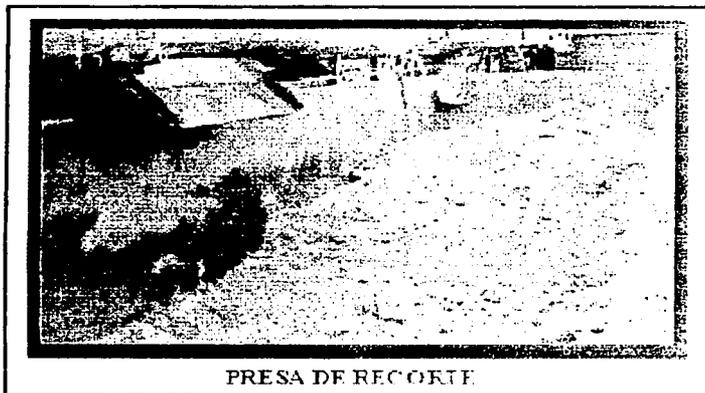


Fig. 5.6 Presa de recorte aquí permanecen los recortes hasta ser pasados a la tolva.

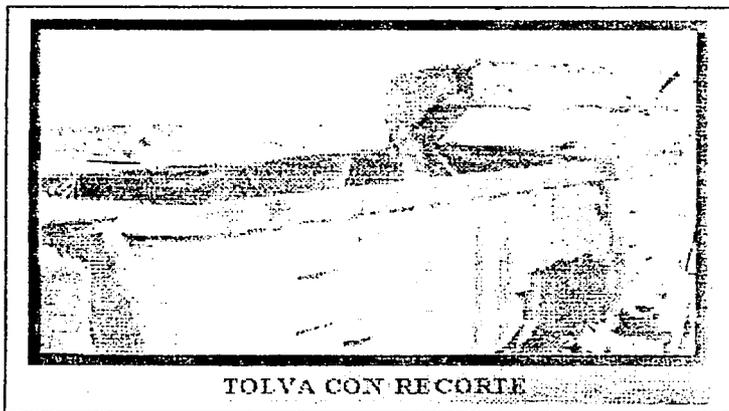


Fig. 5.7. Tolva de recortes aquí permanecen los lodos hasta su llenado



Fig. 5.8. Contenedor para desechos orgánicos (Fosa séptica)

### **5.2.1. Estudios necesarios.**

#### **5.2.1.1. Topografía.**

Es conveniente que el terreno natural del sitio preseleccionado no tenga una pendiente menor de 5% ni mayor de 30%. Además debe estar protegido de los procesos de erosión hídrica y eólica.

#### **5.2.1.2. Mecánica de suelos.**

Es importante saber que un estudio de mecánica de Suelos es de un costo elevado, y que solo se realizará si y solo si los residuos tienen un contacto directo con el suelo o en su defecto solo se estudiara la resistencia de este si los contenedores son de un gran peso.

Las propiedades del suelo a evaluar dependen del tipo de residuos y del método de almacenamiento que se elija. Entre las propiedades de mas interés

están: permeabilidad, pH, contenido de materia orgánica, composición o contenido de arcilla, limo y arena, consideran relevantes las siguientes propiedades, debido a su vinculación con la biodegradación, la atenuación y la inmovilización de los contaminantes.

Propiedades físicas del suelo:

1. Textura.
2. Área superficial de las partículas.
3. Densidad aparente.
4. Estratificación de la textura.
5. Horizontes compactos del subsuelo.
6. Conductividad hidráulica.
7. Capacidad de agua asimilable.
8. Permeabilidad y tasas de infiltración.
9. Profundidad del suelo.
10. Clases de drenaje

Textura, permeabilidad y capacidad de intercambio catiónico son los tres factores más importantes en el movimiento de componentes de los residuos a través del suelo. Una textura fina (predominio de arcillas), una permeabilidad baja y una alta capacidad de intercambio catiónico son condiciones ideales para asegurar una lenta o nula movilidad de los componentes potencialmente tóxicos hacia las aguas subterráneas.

Los residuos de acuerdo a la normatividad vigente, nunca son emplazados directamente sobre el suelo, pero ciertos tipos de suelo ricos en arcillas y limos pueden ser utilizados como materiales en la construcción del confinamiento, para evitar la penetración de agua en el contenedor de los residuos y escape de lixiviados del mismo.

Lo anterior se refiere al suelo en el sentido estricto, pero algunas de las propiedades mencionadas también se consideran desde el punto de vista ingeniería. En general son los suelos llamados cohesivos los que satisfacen las condiciones como materiales de construcción. Estas condiciones son: coeficiente de permeabilidad  $< 10^{-7}$  cm/s, índice de plasticidad  $> 15$ ; separación del agua subterránea  $> 1.5$  m. Las dos primeras dependen esencialmente del porcentaje de arcilla y limo.

### **5.2.1.3. Hidrología.**

El movimiento del agua superficial es un factor importante en la localización de sitios, ya que el agua es un agente potencial de dispersión de contaminantes. El estudio de hidrología puede mostrar las características y dinámica de las redes hidrográficas y los cuerpos de agua, y las intensidades y frecuencias de flujos de agua sobre las laderas o los cauces cercanos a los posibles sitios de confinamiento de residuos. De ese modo es posible evaluar las probabilidades de inundación del sitio o contaminación de las aguas superficiales.

Las recomendaciones son:

- Ubicarse fuera de llanuras de inundación.
- Estar alejado en desnivel 20 m del fondo del cauce de corrientes con escurrimiento medio anual mayor de  $10 \text{ m}^3$  y 500m longitudinalmente del centro del cauce de cualquier corriente superficial, sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud.
- La cuenca de aportación hasta el sitio debe ser, en lo posible, pequeña y cerrada; o bien el sitio debe ubicarse dentro de la cuenca hidrología, aguas debajo de asentamientos humanos mayores de 10

000 habitantes y de zonas con una densidad industrial mayor a 50 industrias.

El análisis de la red hidrológica es relativamente simple. Excepto las cárcavas y pequeños barrancos, las corrientes superficiales aparecen representadas en (o pueden ser inferidas de) los mapas topográficos en escala 1:50 000.

El movimiento del agua superficial es un factor importante en la localización de sitios, ya que el agua es un agente potencial de dispersión de contaminantes.

### 5.3. Diseño y selección de los contenedores.

Para la selección de los contenedores es preciso saber el volumen de almacenamiento esto se consigue con la ecuación 3.1.

Composición y características de los residuos sólidos generados por la industria en cuestión.

Del 100% de residuos generados:

el 40% es de lodos bases aceite,

El 60% es de tierra, piedra.

$G=1000\text{Kg/día.}$

$PV\text{lodos}=44.4 \text{ kg/m}^3$

$f=3/7=0.429$

$F=1.3$

Por lo tanto:

$$V = \frac{1000}{44.4} \frac{1}{0.429} 1.3$$

**$V=68.24\text{m}^3$  Aprox.  $70\text{m}^3$**

Por lo que se selecciona un contenedor con capacidad de  $70\text{m}^3$  para almacenar los residuos tomando en cuenta que la recogida es cada dos días.

Tipo de contenedor

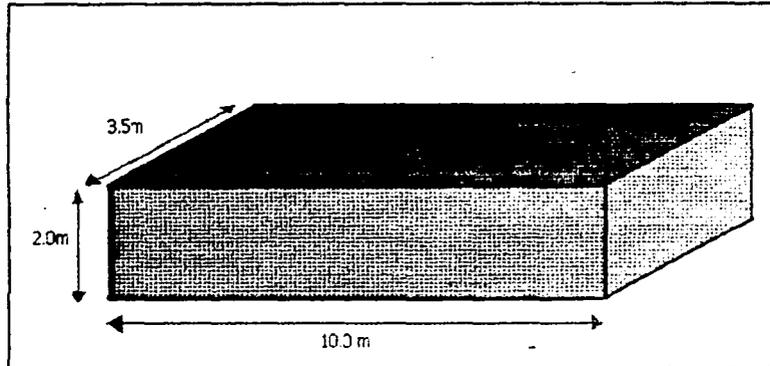


Fig. 5.9 Tipo de contenedor seleccionado para el almacenamiento de caso en particular. Para la fosa séptica se cuenta ya con un contenedor de  $5\text{m}^3$

#### 5.4. Aspectos constructivos.

La construcción del área adecuada para el almacenamiento de residuos sólidos generados por ésta industria son:

- Determinación del área requerida, del contenedor para el almacenamiento de los lodos.(Descrita en el punto 5.3).
- Trazo y nivelación
- Excavación con maquina, material arcilloso
- Suministro y colocación de geomembrana plástica de 60 mm (línea membrana plástica-geocompuesto)
- Carga y acarreo de material

### Anteproyecto de un sistema de almacenamiento industrial.

---

- Construcción de plantilla
- Construcción de la base para contenedor
- En área de maniobras: Relleno apisonado y compactado



Fig. 5.10 Colocación de Nylon el lugar para el almacenamiento.

#### **5.5. Costos.**

En la siguiente tabla están los costos que se consideran para el almacenamiento de los residuos generados por la industria en cuestión.

**Tabla 5.1**

Conceptos y costo para la construcción del almacenamiento de los residuos sólidos

No	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Importe \$
	Construcción de base para contenedor de almacenamiento de residuo industrial				
1	Trazo y Nivelación.	M2	50	10.00	500.00
2	Excavación c/máquina material Arcilloso.	M3	18.54	364.00	6,748.56
3	Relleno apisonado y compactado.	M3	10.20	65.00	68.84
4	Suministro y colocación de geomembrana plástica de 60 mm (liner membrana plástica-geocompuesto)	M2	50	165.00	8,250.00
5	Carga y acarreo de material	M3	6.80	65.00	442.00
6	Concreto de $f_c=100$ Kg/cm <sup>2</sup> , en plantilla	M3	0.40	1,560.00	624.00
7	Concreto de $f_c=250$ Kg/cm <sup>2</sup> , en bases para contenedor.	M3	6.20	1,950.00	12,090.00
8	Acero de refuerzo de $f_y=4,200$ Kg/cm <sup>2</sup> , en bases para contenedor.	Kg	566.70	13.70	7,763.80
10	Cimbra de madera en base para contenedor.	M2	11.5	195.00	2,242.50
11	Instalaciones.	M2	105	3,000.00	315,000.00
	Área de Maniobras				
12	Relleno apisonado y compactado (0.30m)	M3	7.5	520.00	3,900.00
13	Contenedor (70 m3)	Pza	1	77,000.00	77,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>434,629.70</b>

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones:**

Después de haber estudiado de manera general la etapa del almacenamiento en un sistema para el manejo integral de los Residuos Sólidos y haber presentado las definiciones necesarias, los tipos de contenedores, sus características, sus materiales, sus funciones, etc., en seguida se presentan las conclusiones más relevantes que se obtuvieron al realizar éste trabajo.

- En la realización de este trabajo se tuvieron varias dificultades para la adquisición de la información, ya que el tema del almacenamiento de los residuos sólidos no es tratado con profundidad en ningún texto, esto es debido a que se le ha dado más importancia a otras etapas del manejo de los residuos sólidos.
- La importancia de manejar adecuadamente los residuos industriales se deriva de la necesidad de controlar sus efectos adversos para la salud humana y los ecosistemas, así como de su impacto negativo sobre el bienestar social; resulta por lo tanto indispensable identificar el nivel de riesgo que representan los diversos tipos de residuos, y determinar los mecanismos de almacenamiento, con el fin de desarrollar las estrategias y medidas de protección más eficientes.
- A través de la realización de este trabajo, me pude dar cuenta de que las industrias no están lo suficientemente informadas para el manejo de sus residuos y sobre todo en el aspecto del almacenamiento de sus residuos.
- La falta de Normas para el almacenamiento de residuos sólidos es un factor importante para que las industrias no tomen con seriedad este tema, ya que nada los obliga controlar su almacenamiento.

- Es de gran importancia que cada industria tenga personal capacitado para la selección de sus contenedores, ésto es necesario debido a que en las visitas realizadas para obtener información para la realización de este trabajo que las industrias tienen problemas como los siguientes:
  - Área inadecuada para la colocación de contenedores.
  - Un mal diseño en los contenedores.
  - Mala selección en contenedores.
  - Mal manejo en la separación de los residuos.
  - Colocación de los contenedores en un espacio inadecuado, por su apariencia.

**Recomendaciones:**

Para mejorar la práctica del almacenamiento de los residuos sólidos industriales, en seguida se presentan las siguientes recomendaciones que se realizan con base en los resultados de los estudios efectuados en este trabajo.

- Se recomienda incluir en los programas curriculares de las carreras de ingeniería civil, mecánica e industrial, en caso de que no cuenten con ellas; materias relativas al manejo de los residuos sólidos industriales o bien temas relacionados con el almacenamiento de estos residuos.
- Es necesario que se realice más investigación sobre el tema ya que a la fecha existe muy poca bibliografía que lo exponga.

- Es importante que las industrias organicen cursos de capacitación para que el personal que este a cargo del almacenamiento de los residuos tengan el cuidado necesario en la selección, diseño y manejo de los contenedores.
- Es conveniente que la Secretaria relacionada con este tema, en este caso la SEMARNAT, promueva la creación de las Normas necesarias para el manejo de los residuos sólidos industriales no peligrosos.
- Como recomendación especial para las industrias es necesario que consideren una minimización de los residuos que generan; como ejemplo, una de las formas fundamentales de minimización es el reciclaje, muchas de las veces obteniendo una retribución económica ya que gran parte de los residuos generados se pueden vender; también es una ayuda para la disposición final de los residuos sólidos.
- Las industrias deben tener personal capacitado para el manejo de sus residuos sólidos, ya que ésto servirá para la mejor selección y diseño en los contenedores necesarios, y así poder evitar problemas con el almacenamiento de sus residuos.
- Es conveniente que las asociaciones gremiales de especialistas en el manejo de los residuos sólidos municipales e industriales, tales como: la Asociación Mexicana para el control de los Residuos Sólidos y peligrosos (AMCRESPAC), la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental A.C. (FEMISCA) y el Colegio de Ingenieros Civiles de México, organicen conferencias, cursos y congresos donde se difunda el conocimiento de las prácticas más adecuadas para el almacenamiento de los residuos sólidos municipales e industriales.

---

**Bibliografía.**

- *Gestión Integral de Residuos Sólidos. Vol. I y II.*  
George Tchobanoglow, Hilary Theisen, Samuel A. Vigil.  
Editorial Mc. Graw Hill. 1993.
- *Los Residuos Sólidos.*  
Antonio Lucena.  
Editorial Acento. 1998.
- *Nuevo Ordenamiento de la Basura.*  
Ramón Martín Mateo, Juan Rosa Moreno.  
Editorial Trivium. 1998.
- *Contaminated Soils Diesel Fuel Contamination*  
Paul t. Kostecki, Edward J. Calabrese.  
Editorial Lewis Publisher. 1992.
- *Los Residuos Peligrosas en México.*  
Octavio Rivero Serrano, Guadalupe Ponciano Rodríguez, Simón González  
Martínez.  
UNAM, Programa Universitario del Medio Ambiente. 1992.
- *Procesamiento de la Basura Urbana.*  
Rodolfo Trejo Vázquez.  
Editorial Trillas. 1994.
- *Residuos Guía Técnica Jurídica.*  
Carmen Bautista.  
Editorial mundi-Prensa. 1998.
- *El Manejo de los Residuos Generados por los Servicios de Salud*  
M.I. Jorge Sánchez Gómez, Ing. Inés E. Semadeni Mora, Ing. Miguel  
Rodríguez Vázquez.  
AMCRESPEC, CONIECO. 1998.

**Páginas Web visitadas:**

- *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.*  
<http://www.semarnat.gob.mx>
- *Contenedores Kingpack.*  
<http://www.kingpack.com>
- *ISM, S.L. Contenedores.*  
<http://www.ismcontenedores.com>

- **CoolBox. Contenedores.**  
<http://www.coolbox.com>
- **SEGU, Contenedores.**  
<http://www.segu.com.mx>
- **MATI S.A de C.V**  
<http://www.matisa.hipermart.net>

**ANEXOS.**

**Anexo A. Autorización para el almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos en empresas de servicio INE-04-010.**

El objetivo es regular el almacenamiento temporal de residuos peligrosos en empresas de servicio, evaluando la seguridad del proceso, esto con la finalidad de evitar desequilibrios ecológicos y proteger al ambiente durante su manejo.

Toda persona moral o física que desee prestar el servicio de almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos a terceros deberá solicitar la autorización de la Semarnat.

<b>Autorización para el almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos en empresas de servicio INE-04-010</b>	
<b>Requisitos, documentos anexos, formatos y comprobantes</b>	
<b>Nombre del formato para realizar el trámite</b>	Solicitud de autorización para el almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos en empresas de servicio (MRP 2)
<b>Información requerida para la presentación del trámite</b>	I. Datos generales II. Documentos anexos III. Programa de atención a contingencias y capacitación IV. Descripción de medidas para el cierre y post-cierre de la instalación V. Descripción del almacenamiento de residuos industriales peligrosos o de biológico-infecciosos
<b>Documentos anexos que tiene que presentar para el desarrollo del trámite</b>	a) Acta constitutiva b) RFC c) Licencia de uso de suelo d) Memoria fotográfica e) Pago de derechos
<b>Comprobante(s) que entrega el área administrativa</b>	Autorización para el almacenamiento (acopio) de residuos peligrosos

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988.

**Anexo B. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República.

MIGUEL DE LA MADRID., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 4o. fracción I, 5o. fracciones V, VI y XIX, 8o. fracciones II, III, VII y XI, 15, 22, 36, 37, 134, 135 fracción III, 136, 139, 142, 150, 151, 152, 153, 171, 172, 173, 174 y 175 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he tenido a bien expedir el siguiente:

REGLAMENTO de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos

**Capítulo I.- Disposiciones Generales**

**Artículo 1o.** El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

**Artículo 2o.** La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

**Artículo 3o.** Para efectos de este Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

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

**Confinamiento controlado:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

**Confinamiento en formaciones geológicas estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo.

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

**Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

**Envasado:** Acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como facilitar su manejo.

**Empresa de servicios de manejo:** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Generación:** Acción de producir residuos peligrosos.

**Generador:** Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

**Incineración:** Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

**Ley:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

**Manifiesto:** Documento oficial, por el que el generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional.

**Presa de jales:** Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales.

**Reciclaje:** Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.

**Recolección:** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a los sitios para su disposición final.

**Reglamento:** El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.

**Residuo incompatible:** Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o, partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.

**Reuso:** Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.

**Secretaría:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**Tratamiento:** Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.

**Artículo 4o.** Compete a la Secretaría:

**I.-** Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;

**II.-** Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

**III.-** Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;

**IV.-** Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;

**V.-** Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;

- VI.-** Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;
- VII.-** Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;
- VIII.-** Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;
- IX.-** Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país;
- X.-** Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos;
- XI.-** Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento
- XII.-** Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que se trata este Reglamento;
- XIII.-** Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento;
- XIV.-** Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;
- XV.-** Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos e materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación; y

**XVI.-** Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

**Artículo 5o.** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

**Artículo 6o.** Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

## **Capítulo II.- De la Generación de Residuos Peligrosos**

**Artículo 7o.** Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

**Artículo 8o.** El generador de residuos peligrosos deberá:

- I.-** Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;
- II.-** Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
- III.-** Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

- IV.-** Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
- V.-** Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VI.-** Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;
- VII.-** Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VIII.-** Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;
- IX.-** Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;
- X.-** Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;
- XI.-** Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y
- XII.-** Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

### **Capítulo III.- Del manejo de Residuos Peligrosos**

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

**Artículo 10.** Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento reuso,

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

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

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

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

**II.-** Documentación que acredite al responsable técnico; y

**III.-** Un programa para atención a contingencias.

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

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

**I.-** Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo; y

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**II.-** Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;

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

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

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

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

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

**III.-** Contar con pararrayos; y

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

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

**Artículo 19.** Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

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

**II.-** En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento; y

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

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

**Artículo 21.** Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. En la bitácora se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

**Artículo 22.** La recolección de residuos peligrosos fuera de las instalaciones donde se generen o manejen, así como el transporte de los mismos, deberá

realizarse conforme a lo dispuesto en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas, que al efecto se expidan.

**Artículo 23.** Para transportar residuos peligrosos a cualquiera de las instalaciones de tratamiento o de disposición final, el generador deberá adquirir de la Secretaría, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.

El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

**I.-** Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;

**II.-** Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario; y

**III.-** Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su disposición final.

En el caso de la fracción III, una vez transcurrido el plazo señalado, el destinatario deberá remitir a la Secretaría la documentación, en la forma en que esta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante diez

años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final.

**Artículo 24.** Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de lo mismos, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

**Artículo 25.** El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos deberán entregar a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte o para su disposición final, según sea el caso.

**Artículo 26.** Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

- I.- Contar con autorización de la Secretaría,
- II.- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse;
- III.- Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de éste último las dos copias del manifiesto que correspondan;
- IV.- Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- V.- Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes; y
- VI.- Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho periodo.

**Artículo 27.** Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de

Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos determine dicha dependencia.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores.

**Artículo 28.** Queda prohibido el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.

**Artículo 29.** Quienes recolecten y transportes residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud y comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

- I.- Observar los programas de mantenimiento del equipo; y
- II.- Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporte.

**Artículo 30.** Cuando sea necesario dar tratamiento previo a un residuo peligroso para su disposición final, éste deberá tratarse de acuerdo a los métodos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**Artículo 31.** La disposición final de residuos peligrosos se sujetará a lo previsto en este Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan. Los sistemas para la disposición final de residuos peligrosos son:

- I.- Confinamientos controlados;
- II.- Confinamientos en formaciones geológicas estables; y
- III.- Receptores de agroquímico.

Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

**Artículo 32.** La selección del sitio, así como el diseño y construcción de confinamientos controlados y de receptores de agroquímicos deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

La localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El proyecto para la construcción de un confinamiento controlado deberá comprender como mínimo lo siguiente:

- I.-** Celdas de confinamiento;
- II.-** Obras complementarias; y, en su caso,
- III.-** Celdas de tratamiento.

El diseño y construcción de las celdas de confinamiento y de tratamiento, así como la construcción de las obras complementarias, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**Artículo 33.** La operación de los confinamientos controlados y de las celdas de confinamiento y de tratamiento a que se refieren las fracciones I y III del artículo anterior, así como la operación de los confinamientos en formaciones geológicas estables y de los receptores de agroquímicos, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**Artículo 34.** Una vez depositados los residuos peligrosos bajo alguno de los sistemas a que se refiere el artículo 31, el generador y, en su caso, la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual con la siguiente información:

- I.-** Cantidad, volumen y naturaleza de los residuos peligrosos depositados;
  - II.-** Fecha de disposición final de los residuos peligrosos;
  - III.-** Ubicación del sitio de disposición final;
  - IV.-** Sistemas de disposición final utilizado para cada tipo de residuo.
- Artículo 35.-** Los lixiviados que se originen en las celdas de confinamiento o de tratamiento de un confinamiento controlado, deberán recolectarse y tratarse para evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas. Los métodos para su recolección y tratamiento deberán ajustarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**Artículo 36.** La disposición final de los residuos peligrosos generados en la industria minera se efectuará en presas de jales y de conformidad con lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Las presas de jales podrán ubicarse en el lugar en que se originen o generen dichos residuos, excepto arriba de poblaciones o de cuerpos receptores ubicados a una distancia menor de 25 kilómetros que pudieran resultar afectados.

**Artículo 37.** Ningún residuo que hubiere sido depositado en alguno de los sistemas de disposición final previstos en el Reglamento deberá salir de éste, excepto cuando hubieren sido depositados temporalmente con motivo de una emergencia.

**Artículo 38.** El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**Artículo 39.** Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio.

Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo con las normas técnicas ecológicas correspondientes, bajo cualquiera de los siguientes métodos:

- I.-** Químicos catalíticos, en el caso de residuos con bajas concentraciones; y
- II.-** Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.

**Artículo 40.** Cuando por su peligrosidad la Secretaría determine que ciertos residuos no deben depositarse en ninguno de los sitios a que se refiere el Reglamento, éstos deberán tratarse en los términos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**Artículo 41.** Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieren caducado serán considerados residuos peligrosos, en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de

conformidad con lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**Artículo 42.** Cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, durante cualesquiera de las operaciones que comprende su manejo, el generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá dar aviso inmediato de los hechos a la Secretaría; aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia esté en posibilidad de dictar o en su caso promover ante las autoridades competentes, la aplicación de las medidas de seguridad que procedan, sin perjuicio de las medidas que las mismas autoridades apliquen en el ámbito de sus competencias.

El aviso por escrito a que se refiere el párrafo anterior deberá comprender:

- I.-** Identificación, domicilio y teléfonos de los propietarios, tenedores, administradores o encargados de los residuos peligrosos de que se trate;
- II.-** Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente;
- III.-** Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido;
- IV.-** Descripción precisa de las características fisicoquímicas y toxicológicas, así como, cantidad de los residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos;
- V.-** Acciones realizadas para la atención del accidente;
- VI.-** Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada; y
- VII.-** Posibles daños causados a los ecosistemas.

#### **Capítulo IV.- De la Importación y Exportación de Residuos Peligrosos**

**Artículo 43.** Sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, la importación y exportación de los residuos determinados peligrosos en los términos de la Ley y de este Reglamento, requiere de autorización de la Secretaría, la cual estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier parte del territorio nacional, con el objeto de controlar los residuos peligrosos importados o a exportarse, así como para dictar y aplicar las

medidas de seguridad que correspondan, tendientes a evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

**Artículo 44.** La autorización a que se refiere el artículo anterior se otorgará para cada volumen de importación o exportación de residuos peligrosos. En ella deberán indicarse los puertos terrestres, marítimos o aéreos por los que se permitirán dichas actividades, así como el tipo de transporte. Dicha autorización se otorgará en un término máximo de 5 días después de recibida de conformidad la solicitud.

**Artículo 45.** La solicitud para obtener la autorización de importación o exportación de residuos peligrosos deberá presentarse dentro de los 45 días hábiles anteriores a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación cuando se trate de la primera operación y 5 días hábiles en lo sucesivo, cuando se trate de un mismo residuo y deberá contener los siguientes datos y anexos:

- I.-** Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien pretenda importar los residuos;
- II.-** Nombre, denominación o razón social y domicilio del exportador de los residuos peligrosos y del propietario de los mismos;
- III.-** Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y los datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar;
- IV.-** Nombre, denominación o razón social y domicilio del destinatario de los residuos peligrosos, lugar donde se les procesará, diagrama de flujo y descripción del proceso de reciclaje o reuso que se les dará y utilización ilícita de la que serán objeto;
- V.-** Lista, composición y cantidad detallada de los residuos peligrosos que se pretenda importar o exportar;
- VI.-** Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá;
- VII.-** Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los residuos peligrosos, en los casos de importación o exportación, respectivamente;

**VIII.-** Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los residuos y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación otorgada por las autoridades de dicho país y las medidas de protección;

**IX.-** Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los residuos peligrosos o la de origen cuando se trate de importación, traducida al español y debidamente certificada o legalizada;

**X.-** Descripción del proceso de generación de los residuos peligrosos y características del residuo que queda después del reciclaje;

**XI.-** Relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que se estén tramitando o hayan de ser satisfechos ante otras autoridades nacionales competentes, en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate; y

**XII.-** Descripción de las medidas de emergencia que se tomarán en el caso de derrames en tránsito.

**Artículo 46.** La persona física o moral que obtenga la autorización para importar o exportar residuos peligrosos, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.

**Artículo 47.** Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como en el extranjero, que el solicitante deberá otorgar para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia autorización y de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables, así como para la reparación de los daños que pudieran causarse aún en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.

**Artículo 48.** Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de residuos peligrosos, requerirán la previa presentación de la autorización de la Secretaría a que se refiere este capítulo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

**Artículo 49.** La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de 90 días naturales a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a juicio de la Secretaría existen motivos para ello.

Una vez efectuada la operación de importación o exportación respectiva, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los 15 días naturales siguientes a la fecha en que éste se hubiere realizado.

**Artículo 50.** Queda prohibida la importación o exportación de los residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del artículo 15 fracción II de la Ley de Servicio Postal Mexicano.

**Artículo 51.** No se concederá autorización, para el tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer Estado, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para el tránsito respectivo, y siempre que exista reciprocidad con el Estado de que se trate.

**Artículo 52.** Sólo se concederá la autorización para la importación de residuos peligrosos cuando tenga por objeto su reciclaje o reuso en el territorio nacional, en los términos de lo dispuesto por este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.

**Artículo 53.** No se concederá autorización para la exportación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para la exportación respectiva. Asimismo no se concederá autorización para la importación de residuos peligrosos, cuyo único objeto sea su disposición final en el territorio nacional.

**Artículo 54.** Aún cuando se cumplan los requisitos de la solicitud, la Secretaría podrá negar la autorización si considera que los residuos peligrosos por ningún motivo deben ser importados o exportados, por el alto riesgo que implica su manejo para el ambiente y los ecosistemas.

**Artículo 55.** Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que

utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retomados al país de procedencia.

**Artículo 56.** Las autorizaciones podrán ser revocadas por la secretaría, sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda, en los siguientes casos:

- I.-** Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los residuos autorizados, constituyen mayor riesgo o daño al ambiente, o deterioro a los ecosistemas, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la autorización;
- II.-** Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la autorización respectiva;
- III.-** Cuando los residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y
- IV.-** Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.

**Artículo 57.** Al que sin contar con la autorización de importación de la Secretaría, introduzca en el territorio nacional residuos peligrosos estará obligado, sin perjuicio de las sanciones que procedan, a retomarlos al país de origen

#### **Capítulo V.- De las medidas de control y seguridad y sanciones**

**Artículo 58.** Las infracciones de Carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría con una o más de las siguientes sanciones:

- I.-** Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción;
- II.-** Clausura temporal o definitiva, parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo peligroso, en forma dolosa no se de a éste el manejo previsto por el Reglamento y las normas técnicas ecológicas correspondientes; y
- III.-** Arresto administrativo hasta por 36 horas.

**Artículo 59.** Independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con lo que dispone el artículo anterior, la Secretaría podrá revocar las autorizaciones que hubiera concedido, en los términos del presente Reglamento.

**Artículo 60.** Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y vencido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aun subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

Para efecto de lo dispuesto en el presente Reglamento se entiende por reincidencia la acción de incurrir dos veces en un mismo año, en alguna de las infracciones a los preceptos del Reglamento.

**Artículo 61.** La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento.

Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que establezcan las disposiciones contenidas en el Título Sexto de la Ley.

**Artículo 62.** Cuando por infracciones a las disposiciones de la Ley y del Reglamento se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

**Artículo 63.** Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley y del Reglamento.

**TRANSITORIOS**

**Artículo PRIMERO.** El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**Artículo SEGUNDO.** Se deroga el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, expedido el 16 de enero de 1986 y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por el presente Reglamento.

**Artículo TERCERO.** Se concede un plazo de seis meses, contados a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que las personas físicas o morales que a esa fecha se encuentren generando residuos, cumplan con los requisitos y presenten las solicitudes de autorización, los proyectos y los programas exigidos en el mismo.

Dentro de dicho plazo deberán presentarse además, un inventario sobre el volumen, características y procesos de generación de sus residuos peligrosos.

**Artículo CUARTO.** La Secretaría deberá emitir los formatos, instructivos y manuales necesarios para la aplicación del presente Reglamento, en un plazo de cinco meses a partir de la fecha en que éste entre en vigor.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.- Miguel de la Madrid H.- Rúbrica.- El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, Héctor Hernández Cervantes.- Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Daniel Díaz Díaz.- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Gabino Fraga Mouret.- Rúbrica.- El Secretario de Salud, Guillermo Soberón Acevedo.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Ramón Aguirre Velázquez.-Rúbrica.