



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

# PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA HIPERMERCADOS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

**GEOVANELI LÓPEZ MORFIN**

DIRECTORA DE TESIS:

M.I. ALEJANDRA MEDINA AREVALO



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F. 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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





## Índice

<b>Índice de tablas</b>	<b>4</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>4</b>
<b>Acrónimo</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>7</b>
1.1 Problemática	8
1.2 Objetivo	9
1.3 Alcances y limitaciones	9
<b>Capítulo 2. Residuos sólidos</b>	<b>11</b>
2.1 Clasificación	11
2.2 Sistemas de manejo de residuos sólidos	13
2.2.1 Generación	20
2.2.2 Almacenamiento	21
2.2.3 Recolección	24
2.2.4 Reciclaje	25
<b>Capítulo 3. Plan de manejo integral</b>	<b>33</b>
3.1 Legislación	34
3.2 Tipo de planes de manejo	37
3.3 Etapas del plan de manejo	38
<b>Capítulo 4. Caso práctico</b>	<b>41</b>
4.1 Diagnóstico	42
4.1.1 Generación y composición	48
4.2 Análisis de alternativas	50
4.3 Propuesta de plan de manejo	64
<b>Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>68</b>
<b>Referencias</b>	<b>72</b>
<b>Anexos</b>	
<b>A</b> Normatividad	77
<b>B</b> Minutas y datos de reuniones	90
<b>C</b> Resultados del muestreo de bolsas	102



## Índice de tablas

- 2.1 Definiciones de residuos sólidos
  - 2.2 Clasificación de residuos de manejo especial
  - 2.3 Composición de RSU por subproductos
  - 2.4 Tendencia de reciclaje en algunos países
  - 2.5 Procesos de transformación aplicados en el manejo integral de residuos
  - 2.6 Generación promedio de RME
  - 2.7 Tipos de contenedores
  - 2.8 Ventajas y desventajas de los tipos de contenedores
  - 2.9 Clasificación de termoplásticos
  - 2.10 Indicadores de aprovechamiento de RME 2006-2012.
- 
- 4.1 Presencia de tiendas Wal-Mart en las delegaciones del D.F.
  - 4.2 Cantidad de residuos aprovechados
  - 4.3 Generación de residuos por departamento (kg/semana)
  - 4.4 Generación per cápita del estudio de la DGSU (fragmento del cuadro 3-2)
  - 4.5 Compra de residuos en diferentes centros de reciclaje
  - 4.6 Departamentos con separación y el tamaño del contenedor
  - 4.7 Cantidad de contenedores, capacidad y precio
  - 4.8 Inversión inicial para realizar composta
  - 4.9 Ventajas y desventajas del manejo a residuos orgánicos
  - 4.10 Costo por 20 [s] en televisión de lunes- viernes
  - 4.11 Generación semanal de residuos en la clasificación de otros
  - 4.12 Inversión inicial
  - 4.13 Ingresos por venta de residuos
  - 4.14 Recuperación de la inversión por residuo (corto, mediano y largo plazo)
  - 4.15 Comparación de alternativas finales

## Índice de figuras

- 2.1 Etapas del manejo de RSU
  - 2.2 Etapas del sistema de manejo integral de RME
  - 2.3 Clasificación por colores en los contenedores
  - 2.4 Contenedores temporales de 200 l y de 8m<sup>3</sup>
  - 2.5 Reciclaje del papel
  - 2.6 Reciclaje del plástico
  - 2.7 Reciclaje de vidrio
  - 2.8 Reciclaje de Aluminio
- 
- 3.1 Etapas del plan de manejo
- 
- 4.1 Tiendas de servicios en cada estado y su concentración
  - 4.2 Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>)<sup>b</sup>
  - 4.3 Ubicación de la tienda Wal-Mart Taxqueña



- 4.4 Plano de la distribución de algunos departamentos de Wal-Mart Taxqueña
  - 4.5 Compactadora de cartón y playo
  - 4.6 Paca de cartón
  - 4.7 Cajas de diversas frutas
  - 4.8 Cajas de Chiles
  - 4.9 Cuarto de residuos
  - 4.10 Residuos en bolsas
  - 4.11 Midiendo la masa de las bolsas
  - 4.12 Generación por residuos (kg/semana)
  - 4.13 Cantidad de residuos según la disposición final
  - 4.14 Contenedor de 760 [l]
  - 4.15 Contenedores de 60, 30 y 10[l]
  - 4.16 Contenedor doble
  - 4.17 Pacas de papel
  - 4.18 Empleo de unicele y plástico como empaque
  - 4.19 Letrero para reducir el consumo de empaques de unicele/plástico
  - 4.20 Diseño de letreros para ambos sanitarios
  - 4.21 Distribución de contenedores cuádruples en el exterior de la tienda
  - 4.22 Contenedores exteriores cuádruples
  - 4.23 Pacas de costales
  - 4.24 Letrero para aumentar el uso de bolsas verdes
  - 4.25 Diagrama de Gantt de la posible realización de las alternativas
- 
- 5.1 Comparación de inversión y utilidad generada



## Acrónimo

<b>CICEANA</b>	Centro de Información y Comunicación de Norte América
<b>CNIP</b>	Cámara Nacional de la Industrias de la Celulosa y el Papel
<b>GDF</b>	Gobierno del Distrito Federal
<b>GODF</b>	Gaceta Oficial del Distrito Federal
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente
<b>LGPGIR</b>	Ley General para la prevención y Gestión Integral de Residuos
<b>LRSDF</b>	Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>PMIRME</b>	Plan de Manejo Integral para Residuos de Manejo Especial
<b>PMIRS</b>	Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos
<b>PMIRS-WT</b>	Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos en Wal-Mart Taxqueña
<b>PNPGIR</b>	Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
<b>RME</b>	Residuos de Manejo Especial
<b>RP</b>	Residuos Peligrosos
<b>RS</b>	Residuos Sólidos
<b>RSU</b>	Residuos Sólidos Urbanos
<b>SEMARNAT</b>	Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SEDESOL</b>	Secretaria de Desarrollo Social
<b>SMA</b>	Secretaría del Medio Ambiente
<b>SMIRSU</b>	Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos
<b>SOBSE</b>	Secretaría de obras y servicios



## Capítulo 1. Introducción

Las grandes urbes, como la Ciudad de México, alojan una cantidad increíble de habitantes que requieren de servicios básicos para darle una funcionalidad apropiada al sistema en el que se vive; mientras estos sistemas sean planeados y desarrollados adecuadamente, será mejor la calidad de vida en la ciudad.

El crecimiento demográfico que se ha experimentado, la urbanización, la industrialización y el estilo de consumo desechable, nos llevan a una demanda desmedida de bienes de consumo que a su vez generan una gran cantidad de residuos.

Pensamos inconscientemente que este problema no es nuestro, pero nosotros lo creamos, estamos en lo correcto cuando pensamos que los municipios y delegaciones son las instituciones encargadas de la recolección, transporte, tratamiento, disposición final y gestión de los residuos de acuerdo a la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*(LGPGIR, 2012); servicios que se han extendido a la difusión de separación de origen, acopio y clasificación para la comercialización del material reciclable.

No todos los residuos son basura y no sólo se dividen en residuos orgánicos e inorgánicos. De acuerdo a la LGPGIR, los residuos son todos aquellos materiales generados en procesos de extracción, transformación, producción, consumo o tratamiento y separados desde su fuente, que cumplen con cierta calidad que les permite ser nuevamente aprovechados, de lo contrario se convierten en basura. Los residuos se clasifican en residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, a su vez cada uno de ellos se divide en orgánicos e inorgánicos.

Conocer el comportamiento de los residuos en la Ciudad de México, las fuentes generadoras, las cantidades, las formas que actualmente previenen la generación, así como las herramientas legales para disminuir la contaminación ambiental, será más fácil contribuir a una mejor calidad del ambiente. Una de estas herramientas, recientemente aprobada, es la NOM-161-SEMARNAT-2011, donde se establecen los criterios para la clasificación de los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a un plan de manejo integral.

Uno de los grandes generadores de residuos de manejo especial que han tomado mayor relevancia y participación en el comercio, son las tiendas de autoservicio, éstas se han extendido a consecuencia de los beneficios ofrecen, como: gran variedad, rápido acceso y precios competitivos.

Una solución a la generación desmedida de residuos, es realizar un plan de manejo integral, que necesita esfuerzos en conjunto de instituciones públicas, municipales, empresas privadas y de la ciudadanía. Éstos planes deben diseñarse de acuerdo a las características específicas de cada lugar.





## 1.1 Problemática

La cantidad de residuos sólidos presentan un problema a nivel mundial debido al crecimiento económico de la población y los avances tecnológicos. El proceso de urbanización creciente orientado a la satisfacción de hábitos de consumo, muchas de las veces innecesarios, se han visto reflejados en el aumento de la cantidad de los residuos sólidos generados; además de representar un gasto social y económico para los gobiernos, teniendo un impacto ambiental en la población y repercutiendo poco a poco en nuestro planeta.

En todo el territorio nacional se tienen diferentes patrones de consumo, por lo que los residuos varían en su composición y cantidad, dependiendo la región, la estación del año, el modo de vida y el ingreso económico. Nuestro país genera 102 895 ton/día (INECC/SEMARNAT, 2013), teniendo una generación per cápita de 0.852 kg/día-hab registrada en 2011, si realizamos una comparación con lo que generábamos en 1950, que eran aproximadamente 0.37 kg/día-hab, podemos observar que se ha incrementado a más del doble en menos de 65 años; se ha pronosticado que si nuestros hábitos de consumo siguen igual para el año 2025 la generación de residuos se habrá quintuplicado (INECC/SEMARNAT, 2013).

Aunado al crecimiento de la generación de residuos per cápita, se encuentra el inadecuado manejo de los mismos, sobre todo en disposición final; cifras del INEGI de 2009 muestran que la disposición final en sitios controlados del 60.54% de los residuos sólidos generaba un costo de 243 016 millones de pesos (Alvarez, 2012), mientras que se gastaron 40 700 millones de pesos para disponer del 15.93% de residuos en sitios sin ningún control (INECC/SEMARNAT, 2013). Por tanto, es de importancia reducir la generación y aumentar el aprovechamiento de residuos para disminuir los costos, sin embargo es aún más importante realizar un manejo adecuado y contar con sitios de disposición final requeridos.

El manejo inadecuado de los residuos puede generar serios problemas ambientales como la contaminación del suelo y el agua, debido a la producción de lixiviados que afectan el subsuelo y mantos acuíferos, además de la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades y la producción de al menos 100 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año en México, contribuyendo directamente al calentamiento global (Alvarez, 2012).

En 2004 se aprobó la NOM-083-SEMARNAT-2003, donde se demandó la regulación de los sitios de disposición final, con la finalidad de disminuir las emisiones al aire libre. En México 66 de cada 100 sitios de disposición final son tiraderos a cielo abierto sin ninguna regulación ambiental (Céspedes/ Roja, 2012), a diferencia de los rellenos sanitarios que cuentan con la infraestructura necesaria para reducir los impactos ambientales asociados a la disposición de los residuos.

Una forma de empezar a revertir los problemas, es la minimización de residuos, mediante la modificación de nuestros hábitos de consumo, con acciones que



permitan un mejor manejo de residuos, como la separación, para recuperar los materiales que pueden ser reciclados y reintegrarlos a procesos productivos, para ahorrar recursos naturales y energía. En México solo se recicla el 10% del total de los residuos y la mayoría se recicla con la ayuda del sector informal (pepenadores); estamos dejando de recuperar alrededor de 10,000 millones de pesos anuales por no reciclar (Alvarez, 2012).

No es tarde para cambiar y aprovechar los beneficios que los residuos nos brindan; en el caso de los que radicamos en el Distrito Federal (D.F.) la entrada en vigor de la Ley de Residuos Sólidos de Distrito Federal en el 2003 y la puesta en marcha del Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, obliga a las personas a separar los residuos en orgánicos e inorgánicos, los cuales podrían ser los elementos fundamentales para enfrentar la situación actual del D.F.

## **1.2 Objetivo**

Desarrollar la metodología para elaborar un plan de manejo de residuos sólidos para hipermercados y aplicarla, como caso de estudio, en una tienda Wal-Mart de la Ciudad de México.

## **1.3 Alcances y limitaciones**

A continuación se enlistarán los alcances de este trabajo:

- Aplicar la norma mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.
- Elaborar el diagnóstico de residuos a Wal-Mart Taxqueña.
- Identificar los residuos que pueden ser aprovechados y establecer las alternativas.
- Considerar costos de inversión para los tratamientos y la determinación de alternativas más viables.
- Analizar las alternativas.
- Construir un modelo de plan de manejo integral de residuos para tiendas Wal-Mart.

Las limitaciones son:

- Los posibles ingresos se consideran constantes dentro del análisis económico.
- La puesta en marcha del Plan de Manejo desarrollado queda bajo la decisión del grupo Wal-Mart.

Este trabajo se compone de cinco capítulos, en el primero, éste, se mencionó la situación general de los residuos sólidos en México, la problemática que representan, el objetivo, los alcances y limitaciones que tiene este trabajo.

El segundo capítulo define a los residuos sólidos, la clasificación que tienen, el



---

---

sistema actual de manejo y el sistema integral de manejo deseable, también se desarrollan temas enfocados a residuos de manejo especial, que son los de mayor importancia para este trabajo.

El tercer capítulo, Plan de manejo, contiene la legislación aplicable, el objetivo del plan, con un enfoque a residuos de manejo especial, tipos de planes que existen y las etapas que deben de seguirse.

El cuarto capítulo muestra el desarrollo del plan de manejo aplicado al caso de estudio, mostrando la composición de los residuos y las alternativas propuestas para el manejo de cada uno de ellos.

El quinto y último capítulo, presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo de este trabajo.



## Capítulo 2. Residuos sólidos

Es importante precisar que existen diferentes definiciones para el término Residuo Sólido (RS), (tabla 2.1). Algunas fuentes concuerdan en que son materiales sobrantes de un proceso, susceptibles o no de convertirse en basura<sup>1</sup>.

Tabla 2.1. Definiciones de residuos sólidos

Fuente	Definición
<b>LGEEPA, 2012</b>	Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
<b>LGPGIR, 2012</b>	Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.
<b>LRSDf, 2003</b>	El material, producto o subproducto que se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado sujetándose a métodos de tratamiento o disposición final.

LGEEPA, Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente.

LGPGIR, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

LRSDf, Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, hace mención sólo de residuos sólidos urbanos (RSU).

En México se generan 102,895 ton/día de residuos sólidos (INECC/SEMARNAT, 2013), más de 34 millones de ton/año, lo que se ha convertido en un problema por el manejo deficiente, tratamiento escaso e inadecuada disposición final. Con el fin de identificar los residuos que pueden ser aprovechados, se han realizado diversas clasificaciones que se mencionan en el siguiente subcapítulo.

### 2.1 Clasificación

Los residuos sólidos se clasifican con base en diferentes criterios: su origen, composición y el tiempo que tardan en degradarse.

De acuerdo a su origen y composición, la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* (LGPGIR, 2012), los clasifica en:

*Residuos peligrosos (RP)*. Son residuos que tienen alguna de las características CRETI-B (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o agentes biológico-infecciosos) que les atribuyen peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan estado expuestos a contaminarse con estos residuos al ser transferidos a otro sitio en los términos dispuestos en la *Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2006* (SEMARNAT, 2006).

<sup>1</sup>Todo objeto que ya no tiene ningún uso, considerado sin ningún valor y por lo que se deshacen de él; sugiere suciedad, mal olor, desagrado y contaminación (Deffis, 1994).



Dependiendo a la cantidad que generan los residuos peligrosos se clasifican en:

*Micro generador:* Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kg de residuos peligrosos al año.

*Pequeño generador:* Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kg y menor a 10 Ton en masa total de residuos al año.

*Gran generador:* Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 Ton en masa total de residuos al año.

*Residuos sólidos urbanos (RSU).* Son aquellos generados en las casas habitación que se derivan de la eliminación de residuos utilizados en las actividades domésticas, provenientes de envases o embalajes principalmente de productos de consumo. Los procedentes de alguna actividad en la vía pública o algún establecimiento que genere residuos con características domiciliarias, incluyendo los de limpieza de vías públicas.

*Residuos de manejo especial (RME).* Son aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como residuos sólidos urbanos o peligrosos. Los residuos que son considerados de manejo especial son los producidos en cualquier actividad relacionada con la extracción, transformación, utilización o procesamiento de materiales para brindar servicios o bienes y que no reúnan características de peligrosidad (tabla 2.2).

**Tabla 2.2. Clasificación de residuos de manejo especial**

<b>Residuo generados en:</b>	<b>Descripción</b>
<b>Por rocas o por su descomposición</b>	Para la elaboración de materiales de construcción.
<b>Servicios de salud</b>	Provenientes de establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales; que no sean biológico-infecciosos.
<b>Actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas y ganaderas</b>	Residuos de los insumos utilizados en estas actividades.
<b>Servicios de transporte</b>	Residuos provenientes de las terminales de pasajeros, actividades administrativas y comerciales, y los generados durante el movimiento de las unidades de transporte.
<b>Plantas de tratamiento de aguas residuales</b>	Residuos provenientes del tratamiento de agua residual; para normar su manejo existe la NOM-004-SEMARNAT-2002.
<b>Tiendas departamentales y centros comerciales</b>	Residuos generados en grandes cantidades.
<b>Industria de la construcción</b>	Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.
<b>Industria informática</b>	Proviene de fabricantes de productos electrónicos y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características requieren de un manejo específico.
<b>Otros</b>	Que determine SEMARNAT de acuerdo con las entidades federativas y municipios.

Fuente: Realizada a partir de información de (INE, 2007) y (LGPGIR, 2012).



La clasificación de los residuos relacionada con el tiempo que tardan en degradarse, es la siguiente:

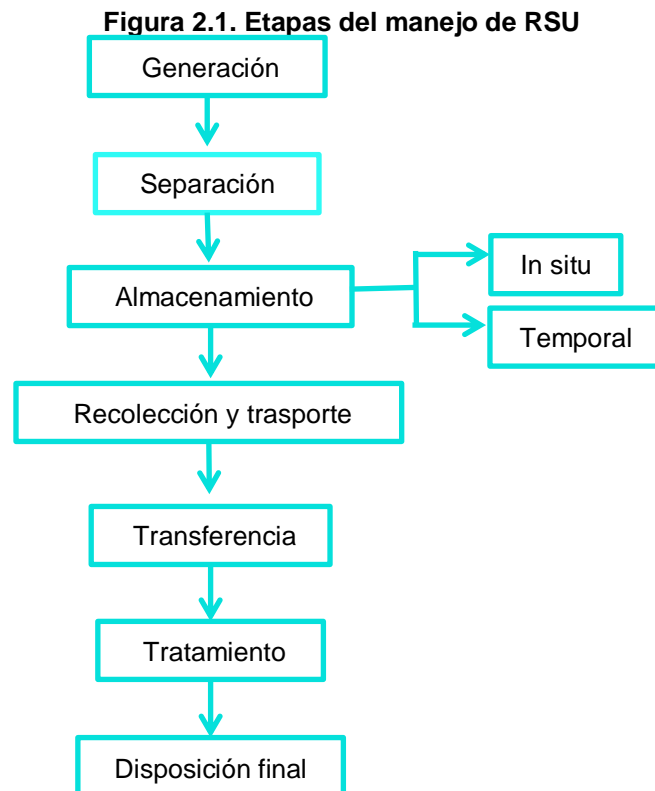
Orgánicos. Residuos de origen biológico que se degradan entre 3 a 4 semanas (SEMARNAT, 2012). Por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras, residuos de la fabricación de alimentos, etc. (Deffis, 1994).

Inorgánicos. Sustancias o productos que se desintegran lentamente. Por ejemplo: el vidrio que tarda 4,000 años; plástico, de 100 a 1,000 años; latas de aluminio, 10 años, el chicle, aproximadamente 5 años (SEMARNAT, 2012), incluyendo algunos orgánicos como la madera o el hueso que tardan más de 4 semanas en degradarse.

La clasificación de los residuos es un primer paso para el desarrollo de las etapas del sistema de manejo integral de RSU, éste se describe a continuación.

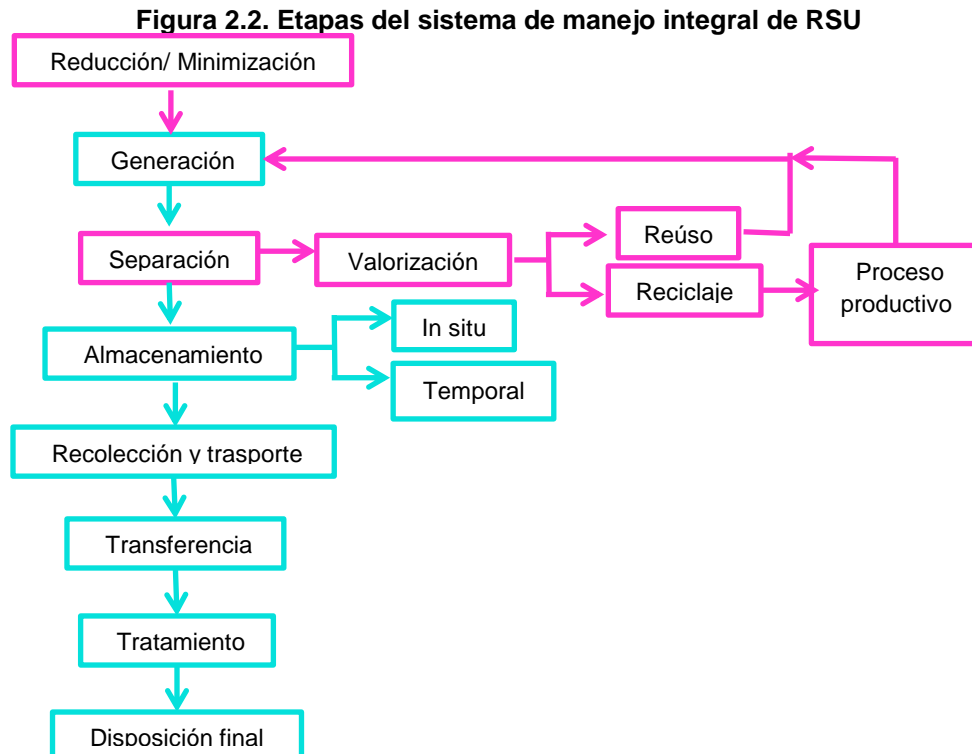
## 2.2 Sistemas de manejo de residuos sólidos

El sistema de manejo actual de residuos sólidos, contempla las etapas de generación, en algunos casos separación (orgánico e inorgánico), almacenamiento (in situ y temporal), recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final (figura 2.1).





Para considerar un plan de manejo integral, las actividades que deben de realizarse son: reducción o minimización en la fuente, separación (orgánico y tipos de inorgánico) para realizar la valorización mediante el reúso o reciclaje de los residuos, almacenamiento (in situ y temporal), recolección y transporte, transferencia, tratamiento (biológico, químico, físico o térmico) y disposición final; adaptándose a las condiciones de cada lugar, buscando el aprovechamiento de los residuos y evitando el impacto ambiental (LGPGIR, 2012). Estas etapas se ilustran en el siguiente diagrama de flujo (figura 2.2).



Fuente: Realizado bajo criterios de (PNPGIR, 2012).

En el diagrama de flujo se observa en color azul las actividades del sistema de RSU actual y en color rosa las actividades que hacen que el sistema sea integral. A continuación se presenta una descripción breve de cada una de las etapas.

*Reducción o minimización.* Es el conjunto de medidas que buscan evitar la generación de residuos y aprovechar, tanto como sea posible, aquellos cuya generación no sea posible evitar (LRSDF, 2012); en pocas palabras, la reducción de la producción de residuos sólidos.

La minimización se debe llevar a cabo en viviendas, instalaciones comerciales e industriales, a través de formas inteligentes de compra, evitando el consumo de productos innecesarios, planificar la compra de productos, la reutilización de materiales y evitar el uso de productos desechables.



La industria, por ejemplo, ha adoptado el uso de empaques más ligeros y rellenables, la reducción de empaques de transportación y también el cambio en los procesos productivos, adoptando medidas de reciclado de materia prima; esto bajo el concepto de *más a cambio de menos* (INE, 2007). Un ejemplo es la botella llamada PlantBottle, está compuesta por 30% de materiales de origen vegetal, reemplazando un tercio del material derivado del petróleo; la fabricación de este material se basa en desechos no alimenticios de origen vegetal, como caña de azúcar, melaza, tallos de maíz o madera, con los que se han elaborado las botellas plásticas PET reciclables (CocaCola, 2012).

*Generación.* Es la acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo (LGPGIR, 2012). La generación de residuos existe en todos los ámbitos donde nos desarrollamos (el hogar, la industria, el comercio), empieza con el uso de productos y termina cuando el producto que adquirimos lo consideramos sin valor y los tiramos.

En el 2011 se estimó una generación de RSU de 102,895 ton/día, siendo el 33% del total de residuos perteneciente al Estado de México, D.F. y Jalisco. La generación per cápita (gpc) estimada es de 0.852 kg/hab-día y en la zona centro, conformada por el Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala y el D.F., la gpc promedio es 0.655 kg/hab-día (INECC/SEMARNAT, 2013).

Para poder caracterizar las diferentes fuentes de generación de residuos, es necesario elaborar un muestreo, el que se desarrolla conforme a las normas enlistadas a continuación:

- NMX-AA-015-1985: Protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - muestreo - método de cuarteo.
- NMX-AA-019-1985: Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-peso volumétrico in situ.
- NMX-AA-022-1985: Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-selección y cuantificación de subproductos.
- NMX-AA-061-1985: Protección al ambiente - contaminación del suelo residuos sólidos municipales - determinación de la generación.

Estas normas contienen el procedimiento para determinar la generación per cápita de RSU, además de conocer los subproductos que componen la generación y características de peso volumétrico.

Conocer la composición es importante para realizar un manejo adecuado basado en la valorización<sup>2</sup> de los residuos. En el 2011 se realizó un censo nacional de RSU, proveniente de los Gobiernos Municipales y Delegacionales de México, obteniendo los subproductos mostrados (tabla 2.3).

---

<sup>2</sup> Valorización: Conjunto de acciones para recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos.





**Tabla 2.3. Composición de RSU por subproductos**

Categoría	Subproductos	Porcentaje
<b>Susceptibles de aprovechamiento 39.57%</b>	Cartón	6.54
	Papel	6.20
	Material ferroso	2.09
	Material no ferroso	0.60
	Plástico rígido y de película	7.22
	Envase de cartón encerado	1.50
	Fibras sintéticas	0.90
	Poliestireno expandido	1.65
	Hule	1.21
	Lata	2.28
	Vidrio de color	2.55
	Vidrio transparente	4.03
	Poliuretano	2.80
	<b>Orgánicos 37.97%</b>	Fibra dura vegetal
Residuos alimenticios		25.57
Hueso		0.59
Residuos de jardinería		9.38
Madera		1.25
<b>Otros 22.46%</b>	Pañal desechable	6.52
	Algodón	0.70
	Trapo	3.57
	Loza y cerámica	0.55
	Material de construcción	1.46
	Varios	5.90
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Extraída de (INECC/SEMARNAT, 2013)

Disminuir la generación de residuos es difícil, entre otras cosas; por los hábitos de consumo de las personas que están influenciados por, los medios de comunicación para adquirir productos desechables.

*Separación.* Se refiere a la clasificación de los residuos dependiendo del tipo que sean, la separación primaria es la acción de segregar los residuos en orgánicos e inorgánicos y la separación secundaria en la acción de segregar entre los inorgánicos y realizar la valorización adecuada (LGPGIR, 2012).

*Reúso.* Se define como el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación (LGPGIR, 2012), algunas de las formas para llevarlo a cabo es comprar productos que tengan envases reutilizables, donar ropa o muebles, o en su defecto realizar ventas de garaje o utilizar bolsas de tela reutilizables.

*Reciclaje.* Es un proceso que integra al ciclo de consumo los materiales presentes en los residuos que tienen un valor económico o energético, los cuales son recuperados, aprovechados o utilizados como materia prima para la elaboración



de otros productos, tratando de conservar los recursos naturales y el ahorro de energía (SEDESOL, 1997).

En México la industria del reciclaje tiene una presencia limitada, la tecnología es escasa y la regulación gubernamental mínima, en la práctica el reciclado se lleva a cabo por personas llamadas *pepenadores* que, dirigidos por otras personas, buscan en los sitios de disposición final los residuos que tienen valor, enriqueciendo a sus dirigentes y no a quienes realizan la pepena (CEAM, 2008). En las ciudades mexicanas se considera que la separación realizada en los camiones recolectores equivale de 2.5 - 3% de materiales reciclables y a través de la pepena un 6 a 8%, se estima que el reciclaje total es de 8 a 11%, presentando una alta demanda en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto (INECC/SEMARNAT, 2013).

El reciclaje no es un tema nuevo, se tiene conocimiento de él en todo el mundo. Existen diferencias notorias respecto a cada país (tabla 2.4), por ejemplo, resulta relevante la visión de países como Suecia reciclan al 100% sus residuos y actualmente tienen que importar residuos para aprovechar su tecnologías.

**Tabla 2.4. Tendencia de reciclaje en algunos países**

País	Residuos (ton/anuales)	% Total de residuos reciclados
<b>Suecia</b>	2 millones	100%
<b>Japón</b>	34 millones	77%
<b>Alemania</b>	15 millones	70%
<b>E.U.A</b>	47 millones	24%
<b>México</b>	724 mil	20%

Fuente: (OCDE, 2013).

*Almacenamiento in situ.* Corresponde a la acumulación de residuos en un contenedor en el lugar donde se generan, se realiza para evitar que los residuos estén dispersos.

*Almacenamiento temporal.* Se refiere al contenedor, de mayor capacidad volumétrica, donde se recolectan los residuos del almacenamiento in situ, en espera de la recolección por parte del servicio de limpia.

*Recolección y transporte.* Es la acción de recibir los residuos generados y trasladarlos a las estaciones de transferencia, sitio de tratamiento o disposición final.

La recolección se realiza de forma selectiva (residuos orgánicos e inorgánicos) o en forma mixta (residuos revueltos), a nivel nacional se realiza el 9.11% de recolección selectiva y el 74.82% de recolección mixta; el porcentaje restante no se colecta. En el Censo Nacional del INEGI del 2012, se menciona que la recolección selectiva de la zona centro sólo equivale al 14.68% (INECC/SEMARNAT, 2013).



El D.F. cuenta con un parque vehicular integrado por 2 mil 90 unidades recolectoras, con distintas capacidades desde 0.5 hasta los 18 m<sup>3</sup> (GODF, 2010), incluyendo los siguientes tipos de vehículos (INECC/SEMARNAT, 2013):

Con compactador. Comprende cilindro con compactador, compactador con separación, con carga lateral, con carga delantera, carga trasera, mini compactador, mini compactador de carga lateral y octagonal con compactador.

Con caja abierta. Incluye camión de caja abierta, camión de volteo, camioneta de redilas y camioneta de volteo.

Otros. Abarcando vehículos sin compactador, barredoras, *pick-up*, grúas, camión con separación para residuos, remolque, contenedor móvil e hidráulico.

La frecuencia de recolección no debe exceder de 3 días (GDF, 2012), para evitar la proliferación de fauna nociva. Cuando la generación es excesiva, como el caso de grandes generadores, la frecuencia de recolección puede ser de 2 veces por día, en este caso la recolección es realizada por empresas privadas.

*Transferencia.* Las estaciones de transferencia son lugares en donde se reciben los residuos recolectados por los transportes arriba mencionados y son transferidos a vehículos *transfer* (un *transfer* lleva lo equivalente a 4 o 5 camiones recolectores); con el fin de transportar cantidades mayores a las plantas de selección o disposición final (GDF, 2012).

*Tratamiento.* Se enfoca en el aprovechamiento de los residuos sólidos antes de que sean contaminados y pierdan su valor, los tratamientos se realizan para obtener beneficios económicos o energéticos mediante métodos físicos, químicos o biológicos de transformación.

Los métodos físicos de transformación son los que no presentan cambio de fase (por ejemplo de sólido a gas), buscan la separación o la reducción del volumen, la transformación química presenta cambio de fase para poder reducir el volumen y recuperar energía; los de transformación biológica buscan la reducción del volumen y la masa del material, los organismos implicados son bacterias, hongos y levaduras (tabla 2.5) (Tchobanoglous, 1994).

**Tabla 2.5. Procesos de transformación aplicados en el manejo integral de residuos**

Proceso	Características	Objetivo
<b>Físicos</b>		
• <b>Separación de componente</b>	Separación manual y/o mecanizada.	Clasificación de residuos.
• <b>Reducción en volumen (enfardamiento o compactación)</b>	Aplicación de energía en forma de fuerza o presión.	Reducir el volumen original.
• <b>Reducción en tamaño</b>	Aplicación de energía en forma de trituración.	Alteración de la forma y reducción de tamaño de los residuos originales.



Proceso	Características	Objetivo
<b>Químicos</b>		
• <b>Incineración</b>	Proceso exotérmico en presencia de oxígeno, involucra la descomposición de materia conformada a base de carbono.	Recuperación de energía (RE)
• <b>Pirólisis</b>	Proceso endotérmico sin presencia de oxígeno. Realiza la descomposición o volatilización de materia orgánica.	RE a través de una corriente de gases, con aceite y un combustible carbonoso.
• <b>Gasificación</b>	Proceso similar a la pirólisis, adicionando oxígeno.	RE
<b>Biológicos</b>		
• <b>Aerobio</b>	Conversión con presencia de aire (oxígeno libre)	Composta (material húmico utilizado como acondicionador del suelo)
• <b>Anaerobio</b>	Conversión sin presencia de aire	Formación de biogás (metano (CH <sub>4</sub> ) y dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )) y composta

Fuente (Tchobanoglous, 1994)

La aplicación de un tratamiento en particular dependerá de la zona, la cantidad y el tipo de residuos que se genere. Se puede aplicar un tratamiento o la combinación de varios de ellos para el mejor aprovechamiento.

*Disposición final.* Es un lugar destinado para depositar los residuos que no tuvieron ningún valor, evitando daños a los ecosistemas y propiciando su integración al ambiente. En México los sitios de disposición final regulados por normatividad son los rellenos sanitarios<sup>3</sup>, ubicados en lugares en donde no provocan riesgos ni molestias a la población.

El 78.54% del total de residuos generados en México son destinados a disposición final, el 60.54% se depositaron en rellenos sanitarios y sitios controlados y el 15.93% se llevó a tiraderos de cielo abierto o sitios sin ningún control (INECC/SEMARNAT, 2013).

### 2.3 Sistema de manejo integral de residuos sólidos de manejo especial

Para el desarrollo del plan de manejo integral de los residuos de la tienda Wal-Mart Taxqueña, es necesario adentrarnos a los RME que actualmente no cuentan

<sup>3</sup> Un relleno sanitario es un método de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos en el suelo, de tal manera que proteja el ambiente, mediante el extendido de los residuos en capas delgadas, compactándolas y cubriéndolas con tierra diariamente (Pérez, 2008).



con un manejo eficiente. Situación que dio pie a la creación de la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT- 2011, que tiene los siguientes objetivos:

- Establecer los criterios que deberán considerar las entidades federativas y sus municipios para solicitar a la secretaría la inclusión de otros residuos de manejo especial, además de determinar los residuos de manejo especial que estarán sujetos a plan de manejo y el listado de los mismos, y establecer los criterios para solicitar a la secretaría la inclusión o exclusión del listado de los residuos de manejo especial sujetos a un plan de manejo.
- Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de RME (y establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de RME del listado.

Los siguientes subcapítulos: generación, almacenamiento, reciclaje, recolección y transporte están enfocados a RME.

### 2.3.1 Generación

Los datos de generación de RME disponibles se encuentran dentro del diagnóstico nacional 2012 realizado por la SEMARNAT (tabla 2.6).

**Tabla 2.6 Generación promedio de RME**

RME	Generación promedio (mil ton/año)
<b>Agroplásticos</b>	313.13
<b>Excretas</b>	66,708.27
<b>Pesca</b>	799.02
<b>Aeropuerto de la Cd. de México</b>	8.04
<b>Lodos PTAR (municipales)</b>	232.00
<b>Tiendas de autoservicio: Wal-Mart</b>	407.19
<b>Construcción y Demolición</b>	6111.09
<b>Electrodomésticos</b>	21.66
<b>Electrónicos</b>	263.85
<b>Vehículos al final de su vida útil</b>	805202.5*
<b>Llantas</b>	1011.03
<b>Vidrio</b>	1142.57
<b>Pilas</b>	33.98
<b>Papel y cartón</b>	6819.83
<b>Residuos de hoteles</b>	276.22

\* vehículos/año

Fuente: (INECC/SEMARNAT, 2013).

En general, los generadores de residuos de manejo especial no realizan una valoración adecuada de residuos y actualmente son muy pocos sectores quienes se preocupan por la contabilización de los residuos.



### 2.3.2 Almacenamiento

El almacenamiento es la acción de retener temporalmente los residuos en un lugar previamente ubicado para de allí llevarlos al sitio de procesamiento y/o aprovechamiento, después de realizar la separación adecuada. Se almacenan (in situ o temporalmente) y se entregan al servicio de recolección los residuos que no tengan ningún valor.

Para realizar un almacenamiento apropiado es necesario conocer los subproductos en los que se realizará la separación para determinar:

- Capacidad adecuada de contenedores
- Material de los contenedores
- Diferencia (en color, señalización, tamaño y ubicación) de los contenedores.

La capacidad de los contenedores se mide en litros [l] y se tienen dimensiones específicas en centímetros [cm] o en metros [m], dependiendo el tipo y la forma del contenedor. Algunas medidas recomendadas se muestran en la tabla 2.7.

**Tabla 2.7 Tipos de contenedores**

Contenedor	Características
<b>Bolsas desechables de papel o plástico</b>	Para residuos individuales; se pueden usar solas o como forro interior de un contenedor
<b>Contenedores chicos (20 l – 80 l)</b>	Se utilizan en fuentes que generan bajas cantidades (casas, parques, pequeños estanques y establecimientos comerciales aislados)
<b>Contenedores medianos (100 l - 500 l)</b>	En fuentes de generación con volumen o residuos voluminosos, en áreas comerciales e industriales

Fuente: (Tchobanoglous, 1994).

Para calcular el volumen del recipiente ( $V_R$ ) y su masa ( $m_R$ ), con mayor precisión, se utiliza la siguiente fórmula (Willian, 2009):

$$V_R = (N * gpc) / (D_{RS} * F)$$

$$m_R = (N * gpc) / (F)$$

donde:

$V_R$ : volumen [ $m^3$ ]

$m_R$ : masa [kg]

N: Número de personas

gpc: Generación per cápita de residuos [kg/hab-día]

$D_{RS}$ : Densidad de los residuos [ $kg/m^3$ ]

F: Frecuencia de recolección [días]

Sí está predeterminado el volumen del contenedor, se debe establecer la frecuencia mínima requerida para no exceder su capacidad. Además, se debe adicionar 30% de volumen como factor de seguridad y considerar que la masa no

exceda la fuerza normal de un operario que es de 25 a 30 kg, para que se facilite la manipulación.

Los contenedores se elaboran con distintos materiales (tabla 2.8); dependiendo el material tendrá diferentes propiedades, sin importar la capacidad del contenedor.

**Tabla 2.8. Ventajas y desventajas de los tipos de contenedores**

Tipo de contenedor	Ventajas	Desventajas
<b>Caja de cartón</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Económica</li><li>• Poca masa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fácil de destruirse por la humedad de los residuos</li><li>• Difícil manejo</li><li>• Acceso a fauna nociva</li><li>• Flamable</li></ul>
<b>Caja de madera</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Económica</li><li>• Estructura más o menos sólida</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fácil de deteriorarse</li><li>• Provoca accidentes al personal de recolección</li><li>• Facilidad de dispersión de los residuos</li><li>• Difícil manejo</li><li>• Fácil acceso a fauna nociva</li><li>• Flamable</li></ul>
<b>Bolsa de papel</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Económica</li><li>• Poca masa</li><li>• Reduce tiempo de recolección</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se rompe fácilmente</li><li>• Se perfora con facilidad por residuos punzocortantes</li><li>• Se destruye por la humedad</li><li>• Flamable</li><li>• Fácil acceso a fauna nociva</li></ul>
<b>Bolsa de plástico</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Económica, fácil manejo, disminuye el tiempo de recolección</li><li>• Mantiene condiciones sanitarias</li><li>• Ligeras</li><li>• Disminuye el ruido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se perfora con facilidad por residuos punzocortantes</li><li>• Flamable</li><li>• Fácil acceso a fauna nociva</li><li>• Retarda el proceso de descomposición de los residuos</li></ul>
<b>Bote de metal galvanizado con tapa</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fácil manejo</li><li>• Mantiene condiciones sanitarias</li><li>• Estructura sólida</li><li>• Difícil acceso a fauna nociva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Con el uso se deterioran</li><li>• Provocan cortaduras cuando están deteriorados</li><li>• Fácil oxidación</li></ul>
<b>Bote de plástico con tapa</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fácil manejo</li><li>• Mantiene condiciones sanitarias, son de masa ligera</li><li>• Difícil acceso a fauna nociva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructura deformable</li></ul>

Fuente: (SEDESOL, 2010).

Los contenedores se deben elaborar de colores distintos o ser señalizados dependiendo el residuo, la diferenciación se realiza para no confundir los residuos evitando su contaminación y que no pierdan el valor que poseen.

Los colores (figura 2.4) que se deben utilizar para realizar una separación adecuada son:

<i>Verde</i>	Exclusivamente para material orgánico
<i>Gris</i>	Residuos inorgánicos
<i>Amarillo</i>	Para todo tipo de papeles: periódicos, revistas, papeles de envolver o folletos publicitarios
<i>Azul marino</i>	Todo tipo de envases y productos fabricados con plástico
<i>Azul turquesa</i>	Envases y productos fabricados con metal, como latas de conservas o botes
<i>Verde agua</i>	Envases de vidrio
<i>Café</i>	Cualquier residuo fabricado con madera
<i>Violeta</i>	Exclusivamente para colocar tela.

**Figura 2.4. Clasificación por colores en los contenedores**



Fuente: (SEMARNAT, 2008).

Los contenedores in situ pueden ser de cualquier forma (cilíndrica, rectangular, con o sin tapa), de cualquier material (plástico, madera, aluminio) siempre y cuando cumplan con la capacidad necesaria; para el almacenamiento temporal se recomiendan contenedores de 60 l a 100 l. Si son de más de 100 l son difíciles de cargar y si son menores de 60 l se retarda el proceso de recolección (SEDESOL, 2010).

Los contenedores para el almacenamiento temporal se recomienda que sean tambos de 200 l o contenedores de 1.5 m<sup>3</sup>, 8m<sup>3</sup> o más, seleccionando la capacidad que se adapte a la cantidad generada e identificados con los colores adecuados.





**Figura 2.5. Contenedores temporales de 200 l y de 8m<sup>3</sup>**



La elección de un tipo de contenedor se realiza considerando el lugar en donde se colocará, la frecuencia de recolección, tipo de residuo (para la diferenciación por colores) y la cantidad de residuos que serán contenidos. Una correcta separación inicial de los residuos, facilitará la recolección, el transporte y tratamiento.

### **2.3.3 Recolección**

El objetivo principal de recolectar los residuos es preservar la salud pública. Para realizar el diseño de un sistema de recolección, se debe de seleccionar un método que se adapte a la generación de residuos, los principales métodos descritos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2010), son:

*Método de parada fija:* Se realiza por medio de una campana que comunica la llegada del camión, los usuarios salen hasta las esquinas de las calles en donde entregan sus residuos. Es económico pero su desventaja es que si no se cuenta con un usuario disponible que salga a tirar los residuos pueden acumularse.

*Método de acera:* Este método consiste en que los residentes coloquen los residuos en un horario y días preestablecidos frente a sus casas, los recolectores pasarán recogiendo los residuos y depositándolos en los vehículos. Los recolectores tiene la obligación de cumplir con la ruta y los usuarios la obligación de colocar sus residuos en el lugar preestablecido.

*Método de contenedores:* Consiste en la colocación de contenedores en donde cada usuario depositará sus residuos, ubicados de tal forma que los vehículos especiales tengan fácil acceso a ellos y así evitar que se conviertan en focos de contaminación. Son ideales para grandes generadores.

Como ya se mencionó, la recolección no debe exceder de 3 días y al seleccionar el método de recolección, se deben considerar los costos que genere cada método, las características de los residuos y los hábitos de la población que produce esos residuos; en ocasiones es conveniente la combinación de varios métodos, para hacer más eficiente el sistema de recolección.



### 2.3.4 Reciclaje

La definición que marca la Ley dice que el reciclaje es la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos (LGPGIR, 2012).

El reciclaje también se define como un proceso que reintegra al ciclo de consumo los materiales presentes en los RME que tienen un valor económico o energético, son recuperados, aprovechados o utilizados como materia prima para la elaboración de otros productos, tratando de conservar los recursos naturales y el ahorro de energía (SEDESOL, 1997).

El reciclaje se puede clasificar de acuerdo a la recuperación que se pueda obtener de los residuos. Los índices de recuperación son (Capistran, 1994):

*Índice máximo de recuperación:* Cuando los residuos que se reúsan o reutilizan emplean un proceso mínimo, por ejemplo los envases de vidrio de cerveza se lavan y desinfectan, por lo que el gasto energético es mínimo para su reutilización.

*Índice medio de recuperación:* Aquí se encuentra el reciclaje; se necesita aplicar un proceso de transformación para recuperar la materia prima reutilizable de ciertos materiales.

Otra clasificación de reciclaje es: *primario* o de *ciclo cerrado*, donde los residuos son reciclados al 100% para la producción de productos del mismo tipo; y el *reciclado secundario* o de *ciclo abierto*, donde los residuos pasan por un proceso de transformación convirtiéndolos en otros productos, reduce de 0% a 25% el empleo de materiales vírgenes, mientras que el reciclado primario lo reduce de 20% al 90% (CICEANA, 2010).

El proceso de reciclaje debe poseer los siguientes pasos:

- Identificación de origen.
- Recolección de los residuos; puede ser realizada por una empresa pública o privada.
- Si los residuos no son separados en el lugar donde son generados pueden ser llevados a plantas de transferencia, lugares donde se realiza la separación y clasificación para el reciclaje, disminuyendo los costos de transporte.
- Finalmente los residuos son reciclados, almacenados, vendidos o utilizados; tanto para su ganancia económica o energética con el fin de reducir el impacto ambiental.



Para que el reciclaje sea una alternativa viable, debe de existir un compromiso de la sociedad e implementar la separación adecuada en distintos contenedores evitando gastos posteriores de selección, limpieza y lavado de subproductos en las plantas de tratamiento, para tener una calidad alta de materiales recuperados limpios y clasificados. Existe una clasificación de los residuos reciclables de acuerdo al posible aprovechamiento (Deffis, 1994):

*Recuperables:* Son aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias como el papel, el vidrio, cartón, hueso, metal.

*No recuperables inertes:* Son las piedras, tierra, material de construcción que principalmente se utiliza como material de relleno.

*Transformables:* Son todos los residuos que pueden ser transformados mediante distintos procesos mecánicos y/o químicos.

La industria del reciclaje está integrada por diferentes negocios; incluyen individuos que trabajan por su cuenta hasta grandes empresas multinacionales. Se clasifican en cinco tipos (INE, 2007):

*Recolectores:* su función es identificar materiales reciclables y transportarlos desde la fuente hasta el local de los compradores.

*Acopiadores/Acondicionadores:* compran materiales reciclables, les aplican un proceso simple (como selección, densificación) y los revenden a una empresa manufacturera. Algunos se especializan en materiales reciclables específicos y llevan a cabo operaciones como el lavado, triturado, aplastado o compactación de los mismos, antes de venderlos.

*Corredores independientes:* compran o aceptan materiales reciclables, los venden a más de un usuario final y organizan la transferencia de los materiales.

*Recicladores:* empresas que someten al material recolectado a un proceso de limpieza y acondicionamiento industrial, para poder ser usado nuevamente en un proceso industrial como materia prima.

*Usuarios finales:* quienes adquieren y procesan grandes cantidades de subproductos reciclados, para uso en operaciones de manufactura.

Las principales ventajas que tenemos al reciclar residuos son (ADS, 2011):

- Ahorro de energía.
- Reducción del uso de materiales vírgenes.
- Reducción del volumen de RS.



- Reducción de la contaminación.
- Se alarga la vida de los rellenos sanitarios.
- Ahorro en materia prima para la manufactura de productos.
- Ganancia económica por venta de reciclables.
- Reducción de costos de recolección.

Algunas de las desventajas pueden ser:

- En fábricas de reciclaje al aplicar los procesos de transformación pueden causar contaminación.
- El almacenamiento de residuos puede causar fauna nociva.
- La cantidad por pago por los materiales reciclables es mínima.

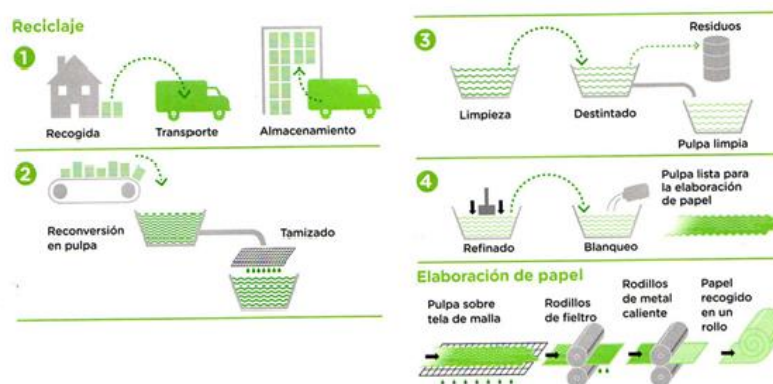
Los subproductos más reciclados son el plástico (PET), el cartón, el papel, el vidrio y diferentes materiales férricos como el aluminio, porque se presentan en grandes cantidades y el precio por la venta de estos es más que por otros materiales. En este trabajo se presenta el proceso de reciclaje del papel y cartón, plástico (PET), vidrio, metales y hueso, porque son los de mayor presencia en las tiendas de autoservicio.

Papel y cartón. El papel se inventó durante el siglo II en China a partir de la seda, arroz, paja y algodón. En la actualidad se produce de la molienda y extracción de celulosa de la madera o paja (figura 2.6), proceso que requiere de grandes cantidades de agua (RAE, 2008-2013).

En 2010 en la Cd. de México se consumieron 6.9 millones de ton de celulosa para la producción de papel y se reciclaron 3.2 ton de millones de papel (CNIP, 2014). Ciertos tipos de papel pueden ser reciclados hasta 6 veces (Deffis, 1994).

El papel como residuo se clasifica en dos grupos dependiendo de su limpieza; si proviene de oficinas y comercios se considera que es de buena calidad (conocido como papel comercial), el otro tipo es el llamado papel doméstico, que se encuentra mezclado con desechos de toda clase, es sucio y es recolectado en forma domiciliaria.

**Figura 2.6. Reciclaje del papel**



Fuente: (KC, 2012)



Se sabe que para fabricar 1 ton de papel para empaque se necesitan (Leal, 1996):

- de 3 a 15 árboles (2,385 kg de madera).
- 440,000 litros de agua potable.
- 7,600 kW/h de energía.

y se generan:

- 42 kg de contaminantes atmosféricos.
- 18 kg de contaminantes al agua.
- 88 kg de residuos sólidos.

El reciclaje de papel puede disminuir cerca del 60% del consumo de agua y al menos el 20% de la energía consumida en la producción, además de la erosión del suelo provocada por la tala de árboles y la generación de contaminación del aire (Leal, 1996). La forma correcta de separar el papel para su reciclaje es (CNIP, 2014):

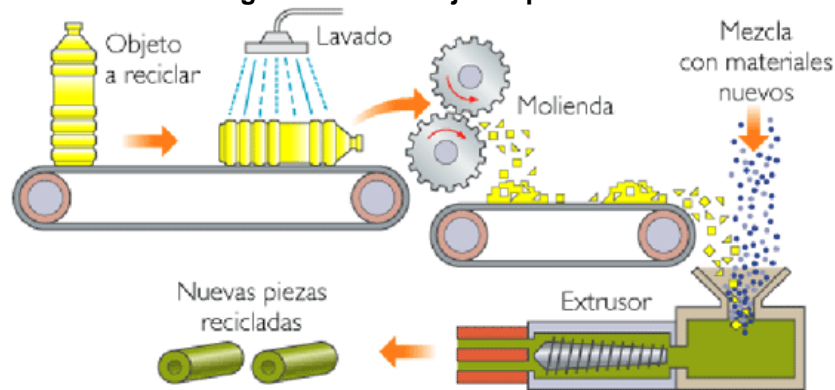
- Papel blanco (bond, cartulina, cuadernos, libros)
- Papel café (cartón, cajas, empaques, sacos de cemento).
- Papel gris (revistas, propagandas, envolturas folders).

Plástico. Su fabricación se inició en 1860 por el estadounidense Wesley Hyatt, quien proceso a presión la piroxilina, nitrato de celulosa de baja nitración con alcanfor y una cantidad mínima de alcohol. Al pasó de los años se fueron descubriendo otros materiales sintéticos mediante la polimerización (multiplicación de los átomos de carbono en largas cadenas de compuestos orgánicos derivados del petróleo).

Se llamó plástico por su poca movilidad y su facilidad para adquirir forma, también tiene propiedades de elasticidad y flexibilidad (UC, 2010). El plástico es un material muy difícil de degradar por lo que causa graves daños al ambiente, ha modificado nuestros hábitos de consumo porque hoy en día la mayoría de los envases, bolsas y empaques que tenemos en casa son de plástico; se emplea dentro de cualquier sector, ya sea alimentario, farmacéutica o automotriz.

En la zona metropolitana se tiene que en los comercios se genera 10% del total de los residuos plásticos, la industria cosmética, de limpieza y alimenticia contribuyen con otro 10%, la industria que los transforma contribuye un 15% y el 5% provienen de la extracción. Los plásticos son 95% reciclables mientras no estén mezclados con metales, pegamentos o ceras (Leal, 1996); el proceso de reciclaje del PET es relativamente sencillo (figura 2.7).

**Figura 2.7. Reciclaje del plástico**



Fuente: (Rubio, 2012).

Los plásticos se dividen en dos grupos: termofijos y termoplásticos. Los primeros son difíciles de fundir o reutilizar, una vez moldeados; por ejemplo el hule espuma y los apagadores de luz. Los termoplásticos se dividen en 7 categorías (tabla 2.9) y representan el 80% de la generación de plásticos.

**Tabla 2.9. Clasificación de termoplásticos**

<i>Termoplástico</i>	<i>Ejemplos</i>
<b>1 Polietileno tereftalato (PET)</b>	Botellas de refresco, recipientes de comida
<b>2 Polietileno de alta densidad (HDPE)</b>	Botellas de leche, bolsas
<b>3 Policloruro de vinilo (PVC)</b>	Recipientes de comida, tuberías
<b>4 Polietileno de baja densidad (LDPE)</b>	Películas finas
<b>5 Polipropileno (PP)</b>	Cajas de botellas, tapas
<b>6 Poliestireno (PS)</b>	Platos y vasos de unicel
<b>7 Otros</b>	Defensas de autos, vallas, postes

Fuente: (Buen Rostro, 2010)

En México se consumen alrededor de 200,000 botellas de plástico cada hora (Buen Rostro, 2010); considerando su alto valor energético, un porcentaje podría ser incinerado para recuperar parte de la energía invertida en su fabricación. Además, el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CEAM, 2008), desarrolla una bacteria capaz de degradar los envases de plástico para reducir estos residuos.

Vidrio. El vidrio es un material de gran dureza y muy frágil. Para obtener vidrio es necesario fusionar arena silíceo, cloruro de potasio y caliza a elevadas temperaturas; esto produce un material inorgánico cristalino, que permite el paso de luz a través de él (RAE, 2013).

Para producir 1 ton de vidrio se emplea (Leal, 1996):

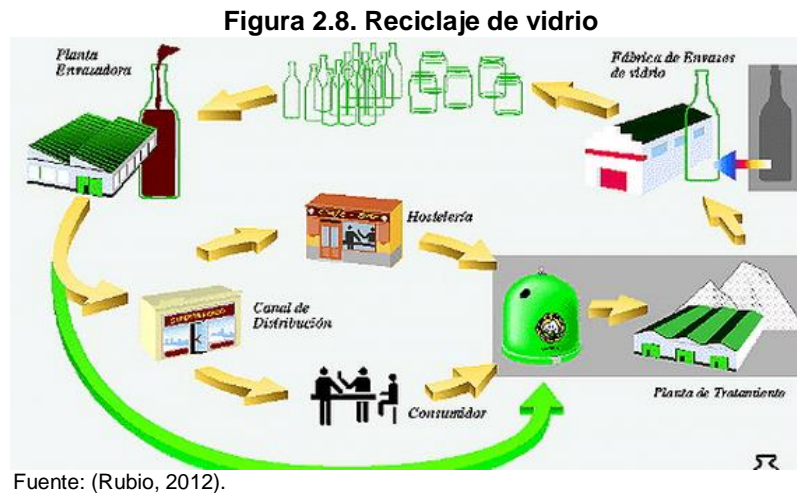
- 608 kg de arena silíceo
- 196 kg de cloruro de potasio
- 196 kg de caliza
- 68 kg de feldespato



- 4,454 kW/h de energía

Contaminando con:

- 174 kg de desechos de extracción
- 13 kg de contaminantes atmosféricos.



El vidrio está considerado como un material 100% reciclable sino está mezclado; si procede de parabrisas o espejos no se recicla porque está mezclado con plásticos o metales. Si el vidrio se recicla el consumo de energía de producción disminuye al menos un 40% (Leal, 1996).

Para el reciclaje del vidrio se debe separar por colores: blanco, verde y ámbar; el verde se usa para elaborar recipientes de baja calidad o artesanías de vidrio soplado, el ámbar se utiliza para fabricar botellas de cervezas y vinos de mesa, el blanco se usa para producir todo tipo de envases (Deffis, 1994).

Metales. De todos los metales solamente se pueden recuperar los que estén constituidos por acero, cobre, aluminio, plomo y bronce. El acero es el que tiene mayor demanda; al ser recuperado se somete a fundición para moldear y fabricar otros productos: utensilios de cocina, latas de alimentos perecederos e instrumentos quirúrgicos. Si reciclamos el acero se reduce el consumo del 70% de energía, crear un acero nuevo cuesta 4 veces más que reciclarlo.

Para producir 1 ton de acero se necesitan (Leal, 1996):

- 894 kg de mineral de hierro
- 359 kg de carbón mineral
- 206 kg de caliza
- 8,479 kW de energía



y genera los siguientes contaminantes:

- 244 kg de desechos sólidos
- 110 kg de contaminantes vertidos a la atmósfera

En cuanto al aluminio, es un metal que podemos encontrar en los residuos sólidos en forma de latas de refresco, ollas de cocina, latas de alimentos y papel aluminio, entre otros. Para producir 1 ton de aluminio se requiere de (Leal, 1996):

- 3,981 kg de bauxita
- 463 kg de hulla
- 438 kg de óxido de sodio
- 57,720 kWh de energía
- 

Produciendo los siguientes contaminantes:

- 1,315 kg de bióxido de carbono
- 36 kg de contaminantes diversos
- 358 kg de desechos

El aluminio reciclado se funde y se pueden elaborar partes mecánicas de automóviles, marcos de puertas y ventanas, o las mismas latas de refresco. Reciclar aluminio reduce un 95% el consumo de energía y las emisiones contaminantes al mismo porcentaje. El proceso de reciclaje de las latas de aluminio se ejemplifica a continuación (figura 2.9):



Fuente: (González, 2011)

**Hueso.** Es extraído de la venta de alimentos principalmente carne, se recicla como alimento de ganado, para realizar alimentos balanceados para animales y por





medio de pulverización para la creación de alimentos (gelatina), abonos fosfóricos o la realización de botones y artesanías (Deffis, 1994).

Es importante mencionar los indicadores de aprovechamiento que actualmente existen en México para los RME. La tabla siguiente incluye los residuos de manejo especial, el porcentaje que se aprovecha de ellos y el que llega a disposición final, siendo lo más importante de destacar la carencia de datos de aprovechamiento existente (tabla 2.10).

**Tabla 2.10. Indicadores de aprovechamiento de RME 2006-2012**

RME	% Aprovechamiento	% Disposición final
<b>Agroplásticos</b>	ND	ND
<b>Excretas</b>	ND	ND
<b>Pesca</b>	3.67	ND
<b>Aeropuerto de la Cd. de México</b>	32.2	67.43
<b>Lodos PTAR (municipales)</b>	ND	100
<b>Tiendas de autoservicio: Residuos de Wal-Mart</b>	67.97	32.03
<b>Construcción y Demolición</b>	ND	ND
<b>Electrodomésticos</b>	ND	ND
<b>Electrónicos</b>	ND	ND
<b>Vehículos al final de su vida útil [*vehículos/año]</b>	ND	ND
<b>Llantas</b>	ND	ND
<b>Vidrio</b>	ND	ND
<b>Pilas</b>	3.13	ND
<b>Papel y cartón<sup>1</sup></b>	48.59	11
<b>Residuos de hoteles</b>	1.49	98.51

1. No suma el 100% debido a que se está contemplando el papel sanitario, este se trata directo en el w.c. y otros tipos de papel también son consideraron aparte.

ND: No disponible

Fuente: (INECC/SEMARNAT, 2013).

En la tabla anterior se observa el porcentaje de aprovechamiento de esos residuos y el porcentaje que encontramos en disposición final. En el siguiente capítulo se presentan que son los planes de manejo.



### Capítulo 3. Plan de manejo integral

Los residuos sólidos se han convertido en un problema en México por su manejo inadecuado. Los patrones actuales de consumo provocan una mayor generación y casi nula recuperación de materiales reciclables, requiriendo constantemente nuevos lugares para sitios de disposición final. Razón por la cual se deben crear *planes de manejo*; éstos, son instrumentos que buscan el manejo integral de los Residuos Sólidos (RS), dirigidos hacia la aplicación de acciones y procedimientos que faciliten el acopio de los residuos (SMA, 2004).

En este capítulo se desarrolla la teoría de un Plan de Manejo Integral para Residuos de Manejo Especial (PMIRME).

Los planes de manejo surgen con la necesidad de dar un manejo adecuado a los residuos sólidos. En México, el 01 de febrero de 2013 se aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, donde se puntualizan los requisitos para formular un plan de manejo de residuos; es obligatoria su realización a quienes se les exijan por Ley. De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2012) quienes tienen que presentar un plan de manejo de residuos, son:

1. Los generadores de residuos peligrosos (artículos 23, 31, 49).
2. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos.
3. Los grandes generadores y productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial.

Los planes de manejo son para (LGPGIR, 2012):

1. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten los procesos para su manejo y los hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social.
2. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan.
3. Atender las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares.
4. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados.
5. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos que sea económicamente factible.

Los planes de manejo de RME buscan minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos de manejo especial. Fomentando la innovación de procedimientos o tratamientos, la optimización de los costos, la efectividad en el



manejo de los residuos y el cumplimiento de los trámites que sean requeridos. De esta forma habrá un beneficio ambiental y, en consecuencia, se tendrán beneficios sociales y económicos.

Un plan de manejo es único para cada establecimiento y se basa en el análisis de los residuos que genere en un determinado tiempo, este análisis se conoce como muestreo, después se aplican procedimientos que se adapten a sus necesidades particulares.

Los planes de manejo se basan en la responsabilidad compartida (corresponsabilidad), es decir, que la responsabilidad de los RS está a cargo de: los productores, importadores, distribuidores, comercializadores y consumidores. La corresponsabilidad ayuda a que un plan de manejo sea viable y se alcancen los objetivos.

Para seleccionar los residuos que son viables al realizar un plan de manejo, se consideran los siguientes criterios (LGPGIR, 2012):

1. Los materiales que los componen tengan un alto valor económico.
2. Que se generen en grandes cantidades, producidos por un número reducido de generadores.
3. Que representen un alto riesgo a la población, el ambiente o a los recursos naturales.

Se deben plantear estrategias claras, enfocadas directamente en lo que se quiere alcanzar, se sugiere que se incluyan las siguientes (SMA, 2012):

- Medidas de prevención de licencias, evaluaciones de impacto ambiental y de aseguramiento.
- Responsabilidad compartida, es la acción coordinada de todos los involucrados (renta de materiales o reactivos, retorno de empaques, etc.).
- Fomentar plantas de reciclaje y de tratamiento, implantación de métodos, sistemas y técnicas de recuperación, y la valorización energética.
- Reducción de la cantidad y volumen de los residuos.
- Reingeniería de procesos cuando se realice rediseño en el proceso, en los productos o en la materia prima utilizada.

Estas estrategias sirven de guía para el desarrollo de un plan de manejo, pero también deben cumplir con una legislación. Ésta se menciona a continuación.

### **3.1 Legislación**

Los planes de manejo requieren de documentación, la cual sirve para dar seguimiento y control, es obligatoria para los residuos que provengan de generadores de RME.



La documentación se maneja en los tres niveles de gobierno, el gobierno federal, estatal y delegacional o municipal. La clasificación se realiza para identificar a quien deben dirigirse para realizar los trámites necesarios y que tramites deben de cumplir según las ley (Gasca, 2012).

Al gobierno federal le compete:

- Formular, conducir y evaluar la política nacional y elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR).
- Expedir reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas (manejo integral de RP, sitios contaminados, identificación de RP, desempeño ambiental de RSU y RME y planes de manejo).
- La regulación y el control de los residuos peligrosos.

A los gobiernos de los Estados les compete:

- Elaborar los Programas Estatales de RME.
- Elaborar y publicar leyes y reglamentos para atender los RME.
- Establecer el registro de los Planes de Manejo de RME.
- Autorizar el manejo integral de los RME.
- Autorizar y llevar el control de los RP generados por los micro generadores.

Y a los municipios les compete:

- Elaborar un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de RSU.
- Elaborar y publicar reglamentos para regular los RSU.
- Prestar el servicio público para el Manejo Integral de RSU, o concesionarlo a particulares.
- Otorgar autorizaciones y concesiones en el caso de que el manejo integral lo realicen particulares.
- Efectuar el cobro por el pago de servicios de las actividades de manejo integral de RSU.

La legislación en el D.F. busca que se cumplan los siguientes puntos (SEMARNAT, 2011):

- Aplicar responsabilidad compartida.
- La internalización de los costos ambientales asociados a la generación y manejo de los residuos, por parte del generador directo o indirecto.
- Implantar esquemas de responsabilidad compartida de residuos de difícil manejo o riesgoso.
- La participación de la inversión privada y de organizaciones ciudadanas en la instalación y operación de distintos servicios privados relacionados con la gestión integral de residuos.

La legislación busca apoyarse en la participación ciudadana y la inversión privada para establecer diferentes escenarios y realizar un manejo integral de los residuos.



En el D.F. se debe de llenar un formato llamado *Plan de manejo de residuos sólidos para generadores no sujetos a la LAUDF* (Licencia Ambiental Única para el D.F.). Este es un trámite mediante el cual se solicita la autorización del plan de manejo de RME y de gran cantidad generada (SMA, 2012).

Los requisitos solicitados para el reconocimiento del plan de manejo son (SMA, 2012):

1. Formato de solicitud SMA-PMRS “Plan de Manejo de Residuos Sólidos para generadores no sujetos a la LAUDF” debidamente llenado.
2. Acta constitutiva del establecimiento (copia simple), en su caso.
3. Poder notarial del representante legal (copia simple), en su caso.
4. Identificación oficial del interesado o, en su caso, del representante legal (copia simple).
5. Registro Federal de Contribuyentes (copia simple).
6. Comprobante de domicilio vigente del establecimiento (copia simple).
7. Proyecto descriptivo del *Plan de Manejo de Residuos Sólidos*.
8. Estudio de caracterización de residuos sólidos.

El proceso que se llevará a cabo por el interesado se describe a continuación (SMA, 2012):

1. El interesado o su representante acude a la oficina de atención ciudadana de la Secretaría del Medio Ambiente, o bien realiza llamada solicitando requisitos para la realización de su trámite.
2. Una vez que el solicitante reúne los requisitos y documentación, se presenta en la oficina de atención ciudadana de la Secretaría del Medio Ambiente, a solicitar el trámite.
3. En la oficina reciben y revisan la documentación, si está completa y correcta, registran en el libro de gobierno la solicitud, entregan al usuario un comprobante de la realización del trámite (acuse) y turnan el expediente al área operativa.
4. En su revisión, si el área operativa determina que el expediente no cumple, podrá requerir al solicitante documentación adicional, dándole cinco días para entregarla, si en este lapso el usuario no acude, la solicitud se dará por no presentada.
5. El área operativa, procederá al análisis de la solicitud y sus anexos y emitirá la resolución respectiva.
6. El solicitante acude en el tiempo establecido para dar respuesta a su solicitud, a la oficina de atención ciudadana a recoger el resultado de su petición.

Este trámite tiene un periodo de respuesta de 30 días hábiles, no tiene ningún costo y su vigencia es por un año, en caso de ser autorizado. Este trámite brinda ventajas sociales, marcando diferencia de las empresas o industrias dentro de un mismo sector y gana aceptación en la sociedad; además ventajas tecnológicas por la aplicación de procedimientos o acciones que son desarrollados para alcanzar



un manejo integral. El logro más importante de los planes de manejo es la minimización, reúso y/o reciclado de residuos, porque se disminuirá la explotación de recursos naturales mediante la integración de los residuos valorizables al ciclo productivo disminuyendo el consumo de energía.

Se requiere de la elección de un plan de manejo que se adapte a las necesidades del generador, por lo que a continuación se presentarán los tipos de plan de manejo.

### 3.2 Tipos de planes de manejo

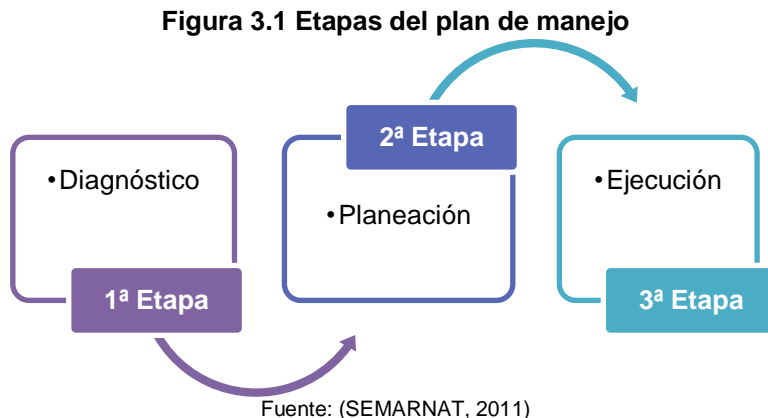
Existen diferentes tipos de planes de manejo que serán seleccionados para que al desarrollar estrategias resulten óptimas; éstos se clasifican conforme a los sujetos que intervienen en los planes de manejo, la asociación de los sujetos y conforme a su ámbito de aplicación, en (Gasca, 2012):

- a) *Los sujetos que intervienen en ellos:*
  - Privados. Los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos.
  - Mixtos. Los que instrumenten los particulares con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.
  
- b) *Considerando la asociación de los sujetos:*
  - Individuales. Aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere.
  - Colectivos. Aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y del cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.
  
- c) *Conforme a su ámbito de aplicación:*
  - Nacionales. Cuando se apliquen en todo el territorio nacional.
  - Regionales. Cuando se apliquen en el territorio de dos o más entidades federativas o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados.
  - Locales. Cuando su aplicación sea en un sólo estado, municipio o el Distrito Federal.

Según las características de cada generador, se elige el tipo de manejo que represente a la empresa o industria.

### 3.3 Etapas del plan de manejo

Los planes de manejo se dividen en tres etapas, éstas se observan en la figura 3.1:



**Diagnóstico:** Es el resultado de un análisis preliminar y tiene como fin conocer las características de la situación actual, para así poder actuar en consecuencia. Ese análisis preliminar se basa en la observación de lo que se realiza en la actualidad y partir de éste para el PMIRME.

La información general que incluye un plan de manejo según la NOM-161-SEMARNAT-2011 (SEMARNAT, 2011), es la siguiente:

Información general:

- Nombre, denominación o razón social del solicitante.
- Nombre del representante legal.
- Domicilio para oír y recibir notificaciones.
- Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial.
- Residuo(s) objetivo del plan.

Para realizar el diagnóstico de los residuos se consideran los RME generados en la actividad productiva. El diagnóstico deberá contener kg/día presentes en el momento del muestreo y para productos de consumo que al desecharse se convierten en RME; también contendrá la generación de residuos y la identificación de las fuentes potenciales de generación.

Los principales elementos que debe contener el diagnóstico del manejo actual de los residuos, son:

- Descripción de manejo actual del residuo.
- Problemática ambiental, asociada al manejo actual del residuo.
- Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras



actividades productivas.

- Formas de manejo integral propuestas para el residuo.
- Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo.
- Descripción del destino final del residuo, ya sea nacional o internacional.
- Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan.
- De ser aplicable, especificar los participantes del plan y su actividad.
- De ser aplicable, indicar los mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general.

Cada residuo presente se debe de describir según los puntos anteriores para poder desarrollar un plan de manejo viable.

**Planeación:** Es la determinación de lo que se hará en un futuro, incluye decisiones de importancia, como: el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de los equipos de trabajo. La planeación es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo (FI, 2012). Para desarrollar la planeación del plan de manejo integral deben considerarse los siguientes puntos (SEMARNAT, 2011):

1. La adopción de medidas para la minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección, transporte y disposición final.
2. Prever la infraestructura necesaria para el manejo ambiental adecuado.
3. Promover la cultura y educación ambiental, capacitación y participación activa.
4. Establecer la responsabilidad compartida entre los generadores y las empresas de servicios de manejo.
5. Promover el desarrollo de mercados de subproductos mediante instrumentos económicos.
6. Fomentar el desarrollo de tecnologías y prácticas que favorezcan minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección y transporte antes que la disposición final.
7. Fomentar el uso de materias primas alternas menos contaminantes.
8. Evitar la transferencia de contaminación de un medio a otro, y
9. Garantizar la protección de la salud pública, ecosistemas y demás elementos naturales.

El desarrollo de esta etapa busca la visualización de distintos escenarios para elegir el que mejor se adapte a la situación de la empresa o industria y que le brinde todos los beneficios posibles, así pasa a la última etapa.

**Ejecución, monitoreo y evaluación.** Durante esta etapa se ejecutan las alternativas propuestas en la etapa de planeación, de tal forma que se pueda cuantificar y llevar un control de los indicadores, para conocer en un tiempo determinado si los





---

resultados alcanzados son los que se esperaban o si están mejor de lo que se había pronosticado, o bien, si se requiere realizar ajustes para enderezar el camino y así alcanzar los objetivos del plan de manejo.



## Capítulo 4. Caso práctico

Este capítulo desarrolla el plan de manejo integral de residuos sólidos en la tienda Wal-Mart Taxqueña (PMIRS-WT). Se tomará como base los datos de generación y composición de las tiendas Wal-Mart (INECC/SEMARNAT, 2013). A partir de este diagnóstico se elaboraron las alternativas.

Una tienda de servicio es un almacén que vende artículos en masa, de uso diario, regular y continuo, de valor relativamente bajo. Entre los artículos que se encuentran son, principalmente, alimentos (perecederos y abarrotes), ropa común, artículos de higiene, productos electrónicos, refacciones para coches, productos para el mantenimiento de la casa, vidrio, juguetes, papelería o farmacia (Gómez-Schwentesi, 2006).

Las tiendas de servicio son clasificadas de acuerdo al tamaño del inmueble en donde se ubican, la línea de mercancías que venden y los servicios adicionales que ofrecen (PROFECO, 2013), se clasifican en:

Megamercados: Cuentan con una superficie de más de 10, 000 m<sup>2</sup>, venden todas las líneas de mercancía (abarrotes, perecederos, ropa, calzado, muebles, regalos, vinos, licores, mercería, joyería, ferretería, productos para el cuidado y aseo personal, juguetería, deportes y equipaje, lavadoras y productos de hogar, papelería, cómputo, artículos de mascota y accesorios de auto. Servicios adicionales como farmacia, revelado de fotografías, óptica, reparación de calzado, estética, restaurante, taller mecánico, agencia de viajes, de seguros y servicios bancarios.

Hipermercados: Su superficie está entre 4, 500- 10, 000 m<sup>2</sup>. Manejan casi todas las líneas antes mencionadas y algunos servicios.

Supermercados: De 500 hasta 4, 500 m<sup>2</sup>. Ofrecen productos de abarrotes y perecederos y algunos servicios como farmacia, fotografía y revelado.

Clubes de membresía: Superficie mayor de 4, 500 m<sup>2</sup>, aquí agregan líneas de mercancía en general, productos nacionales e importados. Venta enfocada al mayoreo, por lo que solo podrán comprar quienes tienen una membresía.

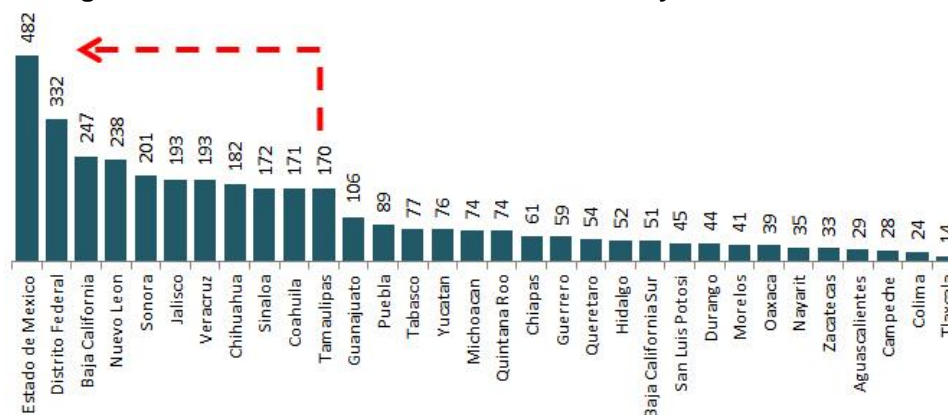
Bodegas: Su tamaño es de 2, 500 m<sup>2</sup> o mayor. Manejan todas las líneas de mercancía con poca variedad, los precios son bajos, debido a la condición de su establecimiento. No tienen ningún servicio adicional.

Tiendas de conveniencia: Superficie menor de 500 m<sup>2</sup>, surtido limitado y solo alimentos y bebidas, brindan servicio las 24 horas, su éxito se basa en la rapidez de la compra.

Mini súper: Superficie menor de 250 m<sup>2</sup>, conocidas como tiendas de abarrotes.

En el primer semestre de 2012, el territorio nacional registró 3, 686 tiendas de servicios. El 70% encontradas en los primeros 11 Estados (PROFECO, 2013), en la figura 4.1 se muestra el número de tiendas por estado.

**Figura 4.1 Tiendas de servicios en cada estado y su concentración.**



Fuente: (PROFECO, 2013).

El caso de estudio se desarrolló en un hipermercado perteneciente al Grupo Wal-Mart de México S.A.B. de C.V., empresa líder en tiendas de servicio, con actividad en seis países del continente americano: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Nicaragua. En México cuenta con Bodegas y tiendas de descuento (Bodega Aurrera y Bodega Aurrera Express), Hipermercados (Wal-Mart), Clubes de Precio (Sam's Club) y Supermercado (Superama), además de que Grupo Wal-Mart tiene presencia en territorio nacional.

#### 4.1 Diagnóstico

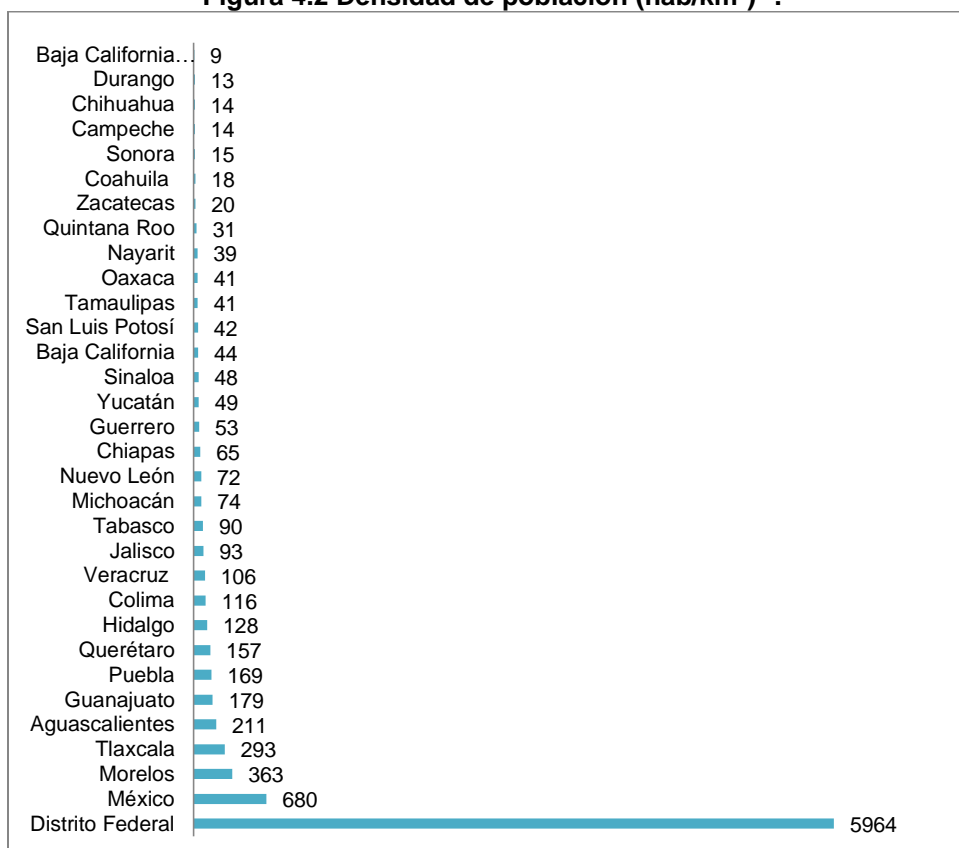
Se seleccionó Grupo Wal-Mart porque como parte de su política interna realiza actividades para disminuir su impacto ambiental: han reducido el consumo energético dentro de sus instalaciones, introducido productos biodegradables, construido más de 500 plantas de tratamiento de agua residuales, tiene programas para la reducción de residuos generados y trabajan en su valorización. Además, de que crea una cultura de respeto al ambiente en sus asociados y clientes.

El plan de manejo se desarrolló para un hipermercado Wal-Mart, porque de las diferentes tiendas de servicio, Wal-Mart está en mayor presencia en el D.F.

La selección de la tienda se basó en la concentración de población, la superficie de cada estado y la generación de residuos que genera cada persona, de los 112, 336,538 habitantes que se registraron en el censo de población y vivienda en 2010 (INEGI, 2010), la mayor concentración se registra en el Distrito Federal (figura 4.2).



Figura 4.2 Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>)<sup>b</sup>.



Fuente: Realizada con información (INEGI, 2010).

<sup>b</sup> Densidad de población es la relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habita.

Se obtiene con la siguiente fórmula:  $Densidad\ de\ población\ \left(\frac{hab}{km^2}\right) = \frac{Población\ total\ (hab)}{Extensión\ territorial\ (km^2)}$

El análisis continuó con los hipermercados Wal-Mart existentes en el D.F. (Tabla 4.1), observando la distribución de las tiendas se seleccionó la delegación Álvaro Obregón, por la cantidad de tiendas existentes y la cercanía a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Tabla 4.1 Presencia de tiendas Wal-Mart en las delegaciones del D.F.

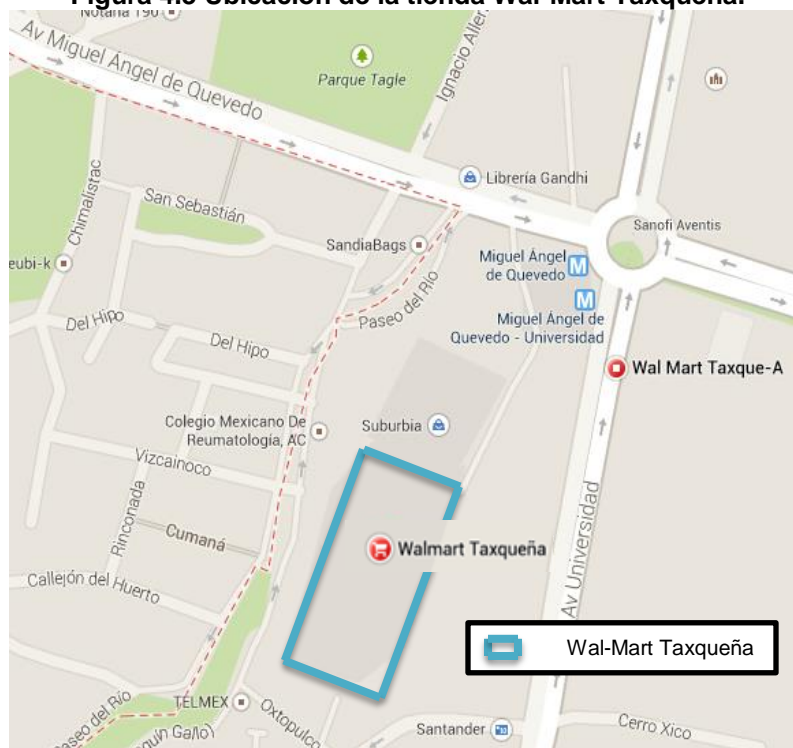
Delegación política	Población (2010)	No. Tiendas Wal-Mart
Iztapalapa	1815786	2
Gustavo A. Madero	1185772	4
Álvaro Obregón	727034	3
Tlalpan	650567	0
Coyoacán	620416	4
Cuauhtémoc	531831	1
Venustiano Carranza	430978	2
Xochimilco	415007	0
Azcapotzalco	414711	2

Delegación política	Población (2010)	No. Tiendas Wal-Mart
<b>Benito Juárez</b>	385439	3
<b>Iztacalco</b>	384326	0
<b>Miguel Hidalgo</b>	372889	1
<b>Tláhuac</b>	360265	0
<b>Magdalena Contreras</b>	239086	0
<b>Cuajimalpa de Morelos</b>	186391	1
<b>Milpa Alta</b>	130582	0

Fuente: Lista de tiendas Wal-Mart (Wal-Mart, 2013) y censo de población (INEGI, 2010).

La tienda seleccionada fue Wal-Mart Taxqueña ubicado en Av. Miguel Ángel de Quevedo No. 175 Chimalistac Del. Álvaro Obregón C.P 01070, Ciudad de México, D.F. (figura 4.3).

**Figura 4.3 Ubicación de la tienda Wal-Mart Taxqueña.**

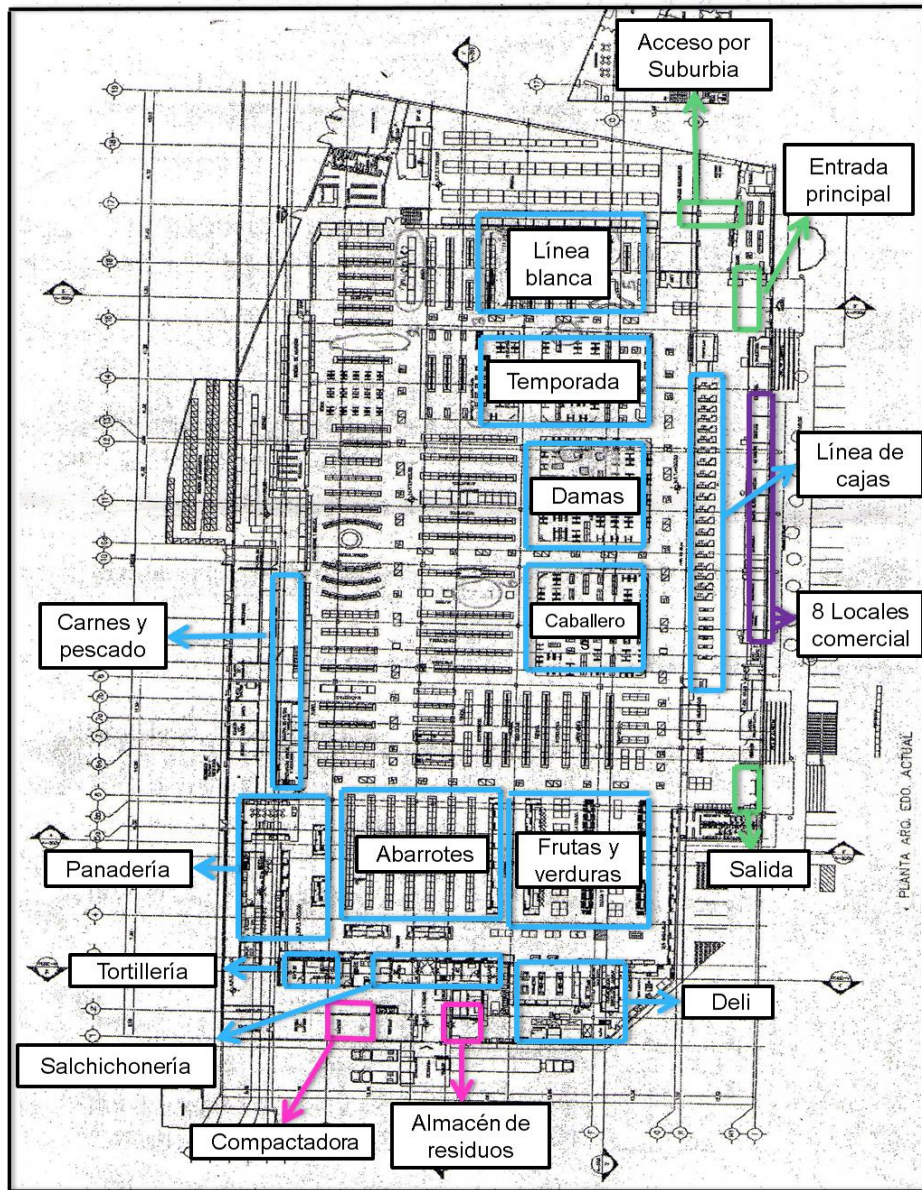


Fuente: Ubicación obtenida de (GoogleMaps, 2014)

Wal-Mart Taxqueña tiene un horario de servicio de 7:00 – 23:00 horas, recibiendo en promedio 9000 clientes al día, cuenta con 3 turnos de trabajo, el primero con 160 trabajadores, el segundo con 125 y en el último 10 empleados. Tiene un área aproximada de 9000 m<sup>2</sup> (figura 4.4), distribuidos en 42 departamentos.



Figura 4.4 Plano de la distribución de algunos departamentos de Wal-Mart Taxqueña.



Fuente: Gerencia de Wal-Mart Taxqueña

El número de personal en cada departamento varía de 2 a 70 empleados, para las actividades de limpieza hay 4 empleados en el primero y 4 en el segundo turno, para el tercer turno hay 2 empleados.

Los residuos se recolectan cuatro veces en todos los departamentos, solamente algunos departamentos cuentan con contenedores para residuos orgánicos; por ejemplo frutas y verduras, salchichonería, tortillería, carnes y pescados, panadería, en el Deli (preparación y venta de comida rápida) y en los locales comerciales, en los demás departamentos el personal es el encargado de llevar el

cartón o playo<sup>4</sup> de los productos a la zona destinada para la compactación (figura 4.5) y elaboración de pacas (figura 4.6).

**Figura 4.5 Compactadora de cartón y playo.**



**Figura 4.6 Paca de cartón.**



Actualmente se realiza la separación de hueso, sebo, cartón y playo, estos residuos cuentan con un convenio para su venta, el cartón y el playo con la empresa Smurfit Kappa, el sebo y el hueso con una empresa que se desconoce su nombre. La cantidad de residuos que se manda a tratamiento se observa en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2 Cantidad de residuos aprovechados.**

Residuo vendido	Cantidad pacas (día)	Masa/ paca (kg)	Masa promedio semanal (kg/semana)
<b>Cartón</b>	6 - 10	338 – 345	7800
<b>Playo</b>	2 - 3	270 – 275	520
<b>Hueso y sebo</b>	-	-	220

Las cajas de fruta y verduras que no se vendieron durante el tiempo establecido y están en buen estado se destinan a donación (figura 4.7 y 4.8), esta donación no es recogida por nadie y se tira, generando una pérdida de \$364,000.00/mes y la merma generada por el daño ocasionado a otros productos equivale a una pérdida de \$1, 404,000/mes.

**Figura 4.7 Cajas de diversas frutas.**



**Figura 4.8 Cajas de Chiles.**



<sup>4</sup> El playo es una película de polietileno para embalaje. Definición de NOM-161-SEMARNAT-2011.

Los demás residuos son llevados al almacén temporal, el lugar tiene un área aproximada de 16 m<sup>2</sup>, los residuos son almacenados en botes de plástico que rebasan su capacidad y en bolsas de plásticas (figura 4.9 y 4.10).

**Figura 4.9 Cuarto de residuos**



**Figura 4.10 Residuos en bolsas**



Los residuos son separados dentro del almacén en orgánicos e inorgánicos, no se contabilizan, aproximadamente se generan 400(kg/día) de residuos orgánicos y 600 kg/día de inorgánicos, entre los que se destaca 50 kg/día de cartón sucio y 15kg/día de PET. Al día se generan aproximadamente 43 bolsas de residuos orgánicos y 83 bolsas de residuos inorgánicos.

Como resultado de las visitas al sitio se obtuvo la siguiente cantidad de residuos por bolsa, bolsa de residuos orgánicos 9.2 kg y la de residuos inorgánicos 7.3 kg (figura 4.11).

**Figura 4.11 Midiendo la masa de las bolsas.**



El servicio de recolección es privado, pasa 2 veces al día y en temporada alta (septiembre- enero), el servicio pasa hasta 3 veces al día, se cobra el servicio por mensualidad no por volumen. Los residuos se llevan a la estación de transferencia ubicada cerca del estadio azteca (Delegación Coyoacán), donde son separados, al Bordo Poniente se llevan los residuos orgánicos y alrededor del 23% del total de residuos se llevaba a disposición final, al basurero de Santa Catarina.

Se acordó que para desarrollar el caso de estudio, no se realizaría el muestreo, aprovechando los datos obtenidos en el estudio presentado por el INECC y SEMARNAT de las tiendas de autoservicio del grupo Wal-Mart. Los datos





pertenecen al promedio de la generación semanal del 80% de las tiendas del D.F., se utilizaron con la finalidad de no atrasar las fechas planteadas en el plan de trabajo y la debido a la disposición de la gerencia de la tienda Wal-Mart Taxqueña. También se acordó que solamente se llevarían de la tienda tres bolsas de días consecutivos, una por día, para realizar un muestreo de éstas y comparar los resultados con los datos proporcionados.

En el Anexo B de esta tesis se puede consultar las minutas de las reuniones, los documentos que se entregaron para la obtención de información y en el Anexo C los resultados del muestreo de las bolsas.

#### 4.1.1 Generación y composición

Con base en el estudio antes mencionado, la generación total de la tienda Wal-Mart Taxqueña es de 13,774.59 kg/semana, la generación de los 42 departamentos es diferente (tabla 4.3), por lo que se consideró la generación por residuo en vez de considerarla por departamento.

Tabla 4.3 Generación de residuos por departamento (kg/semana).

Departamento	kg	Departamento	kg
1. Frutas y verduras	5233.95	22. Perfumería	91.80
2. Abarrotes	1876.97	23. Sanitarios (clientes)	87.14
3. Panadería	806.33	24. Caballeros	71.60
4. Químicos	747.11	25. Área de Oficinas	62.06
5. Lácteos y Congelados	541.40	26. Tortillería	51.10
6. Carnes	423.02	27. Papelería	51.00
7. Cocina	419.34	28. Ferretería	48.40
8. Locales	376.51	29. Área de Comida	36.60
9. Salchichonería	374.10	30. Área de prevención	35.23
10. Pescados	326.90	31. Zapatería	34.60
11. Bebés	293.00	32. Mercancía Generales	33.70
12. Electrónica	232.10	33. Sanitarios (asociados)	33.12
13. Área de Ventas	221.37	34. Farmacia	29.60
14. Salud y Belleza	198.65	35. Foto revelado	25.09
15. Área de cajas	170.62	36. Área de cajas	22.27
16. Damas	148.40	37. Área de piso	17.80
17. Hogar	144.80	38. Área de Chec Out	12.30
18. Juguetería	144.50	39. Mantenimiento	9.09
19. Cafetería	122.10	40. Área externa	8.50
20. Blancos	107.85	41. Bodega	2.10
21. Área de Recibo	100.80	42. Joyería	1.10

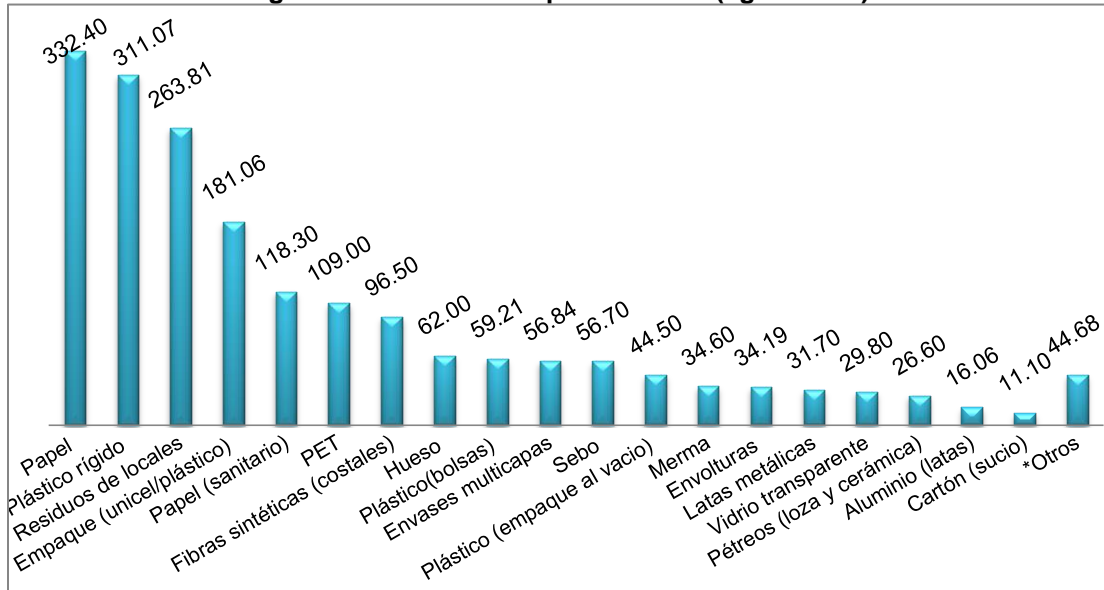
Fuente: Elaboración propia con datos de INECC/ SEMARNAT -2012.

El 51.63% del total de los residuos se genera en el departamento de frutas, verduras y abarrotes.



La distribución de la generación se observa mejor por tipo de residuo (figura 4.12), éste gráfico no incluye los residuos con mayor generación, que son: el cartón con 5,856.06 kg/semana, los residuos orgánicos - jardinería con 5501.60 kg/semana y la generación de playo con 498.81 kg/semana.

**Figura 4.12 Generación por residuos (kg/semana).**

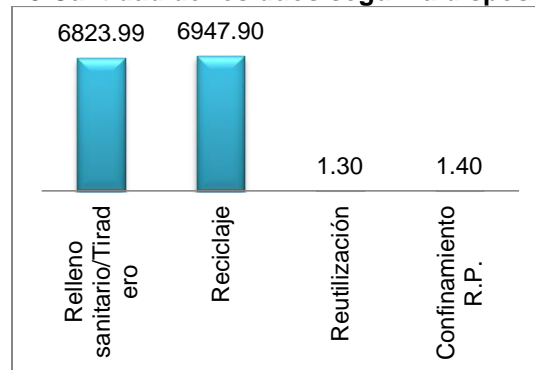


Fuente: Elaboración propia con datos de INECC/ SEMARNAT -2012.

\*Otros: Residuos con generación pequeña; acrílico, residuos finos, vidrio de color, madera, cartón encerado, trapo, hule, medicamentos caducos, material no ferroso, pañales, hule espuma, pilas AA, rollos fotográficos, aerosol, envases impregnados de diesel y estopa impregnada con thinner.

La cantidad de residuos varía según la disposición final que tengan (figura 4.13), los residuos que son reutilizados son las cajas rígidas de plástico, los residuos para confinamiento de residuos peligrosos son los envases impregnados de diesel, la estopa impregnada con thinner y medicamentos cáducos.

**Figura 4.13 Cantidad de residuos según la disposición final.**



La generación per cápita (gpc) de Wal-Mart Taxqueña se obtiene con la generación total de residuos 1967.80 kg/tienda-día y el total de empleados 295, la generación es de 6.67 kg/ empleado-día. Considerando la superficie de la tienda



(9000 m<sup>2</sup>), la gpc es de 0.22 kg/m<sup>2</sup>-día.

En comparación con el estudio de manejo de residuos sólidos para la Cd. De México, realizado por la Dirección General de Servicios Urbanos en 1999, en el cual se muestra un dato de 637 kg/tienda-día (tabla 4.4) (JICA-GDF, 1999) y una gpc por m<sup>2</sup> de 0.11kg/m<sup>2</sup>-día. Lo que indica un aumento desmedido de 208.92% en la generación per cápita por tienda y un aumento de 105.94% por m<sup>2</sup>.

En 1999 México registró 1, 595 tiendas (Bocanegra-Vázquez, 2003) y en 2012 contabilizó 3, 686 tiendas, un incremento de 131.01% en tiendas de autoservicio. En consecuencia, aumentaron las ventas, y a la vez creció la generación de residuos.

**Tabla 4.4 Generación per cápita del estudio de la DGSU (fragmento del cuadro 3-2).**

Establecimientos comerciales	Generación per cápita
Tiendas de servicio	637 kg/tienda-día
Tiendas departamentales	368 kg/tienda-día
Locales comerciales	6.65 kg/tienda-día

Fuente: (JICA-GDF, 1999)

Conociendo la generación de residuos, se describirán las posibles alternativas que darán posible la disminución y el aprovechamiento de los mismos.

## 4.2 Análisis de alternativas

Como se mencionó las actividades de separación de residuos son necesarias para facilitar la etapa de reciclaje, una de las actividades contempladas y básicas es separación in situ, para evitar la contaminación entre residuos.

Para dar solución al manejo adecuado de los residuos que se generan, se analizarán las posibles alternativas presentadas por residuos, conforme al que más se genere, omitiendo los residuos que ya son aprovechados (cartón, playo, sebo y hueso). En la descripción de cada residuo se mencionarán las actividades que harán posible su aprovechamiento.

Las siguientes alternativas no consideran los costos de operación, solo los costos de inversión.

Para realizar la venta de residuos y conocer el precio promedio de compra de cada uno, se consultaron centros de reciclaje cercanos a Wal-Mart Taxqueña en Mayo de 2013, comparando los residuos que maneja cada uno de los centros para seleccionar el centro o los centros más convenientes (tabla 4.5).



Tabla 4.5 Compra de residuos en diferentes centros de reciclaje.

Centros de reciclaje	Distancia a Wal-Mart Taxqueña	Papel	Plástico rígido	PET	Fibras sintéticas	Bolsas de plástico	Envases multicapa	Envases al vacío	Envolturas de frituras	Latas metálicas	Loza y cerámica	Vidrio	Aluminio (latas)	Cartón contaminado
Centro de Acopio Pilares.	4.4 km	x	X	x		x		x		x			x	x
Recicla Ortiz.	9.9 km	x								x			x	x
Recicladora San Juan.	7.3 km	x		x						x			x	x
Materiales Reciclables.	7.1 km	x	X	x		x		x		x			x	x
Servicios para Reciclar, S.A. de C.V.	650.0 m	x								x			x	x
Recupera.	100.0 m	x		x						x		x	x	x
Grupedsac.	16.4 km								x					
Concretos Reciclados, S.A de C.V. <sup>d</sup>	14 km										x			
The Junior League of México City.	100.0 m						x							

<sup>d</sup> Se marca en color rojo porque cobra por retirar los residuos.

Estas alternativas se desarrollan con base a los residuos generados.

Residuos orgánicos. La cantidad de residuos que se genera es 5501.60 kg/semana, se plantea realizar *separación in situ*, colocando contenedores en todos los departamentos donde se produzcan residuos orgánicos.

Son 17 departamentos los que producen residuos orgánicos, en 10 departamentos de estos se colocarán 2 contenedores por departamento, uno para residuos orgánicos y otro para inorgánicos.

La recolección de residuos se realiza 4 veces al día, para definir el tamaño del contenedor ubicado en cada sitio, se consideraron los residuos generados en cada recolección (tabla 4.6), el cartón y el plomo no son considerados porque los empleados lo llevan directamente a la compactadora.



**Tabla 4.6 Departamentos con separación y el tamaño del contenedor.**

Departamento	Orgánico			Inorgánico		
	Generación [kg]	Capacidad mín. [l]	Contenedor [l]	Generación [kg]	Capacidad mín. [l]	Contenedor [l]
1. Frutas y verduras	149.60	514.10	600	1.79	13.76	30
2. Abarrotes	1.04	3.58	10	5.12	39.40	60
3. Panadería	15.23	52.34	60	5.64	43.36	60
5. Lácteos y Congelados	1.50	5.15	10	3.93	30.22	60
6. Carnes	2.00	6.89	10	7.63	58.66	60
7. Cocina	9.41	32.33	60	3.74	28.77	30
9. Salchichonería	7.65	26.30	30	1.97	15.14	30
10. Pescados	5.06	17.38	30	1.98	15.25	30
19. Cafetería	2.41	8.27	10	1.65	12.66	30
26. Tortillería	0.92	3.17	10	0.33	2.50	10
13. Área de Ventas	0.61	2.09	Cont. doble	5.63	43.34	45
15. Área de cajas	0.14	3.35	Cont. doble	3.83	29.48	45
21. Área de Recibo	0.49	11.86	Cont. doble	1.07	8.24	45
30. Área de prevención	0.02	0.52	Cont. doble	0.88	6.73	10
35. Foto revelado	0.13	3.01	Cont. doble	0.48	3.71	10
36. Área de cajas	0.14	3.35	Cont. doble	0.45	3.45	10
40. Área externa	0.13	3.01	Cont. doble	0.15	1.18	10

Los últimos siete departamentos enlistados en la tabla 4.7, también generan residuos orgánicos, pero en éstos se colocará (1) contenedor por departamento con separador para residuos orgánicos e inorgánicos, porque la generación de residuos orgánicos es menor a 1 kg.

Los residuos se recolectan 2 veces al día en la tienda, por lo que se necesita (1) contenedor de residuos orgánicos totales de 2000 [l].

**Tabla 4.7 Cantidad de contenedores, capacidad y precio.**

Cantidad	Capacidad (l)	Precio	Total
1	2000	\$ 6,820.00	\$ 6,820.00
1	760	\$ 5,280.00	\$ 5,280.00
6	60	\$ 250.00	\$ 1,500.00
7	30	\$ 150.00	\$ 1,050.00
5	10	\$ 100.00	\$ 500.00
7 (dobles)	50	\$ 3,350.00	\$ 23,450.00
<b>Total</b>			<b>\$ 38,600.00</b>

Fuente: los precios y capacidades disponibles corresponden a Casting México (Casting de México, 2014).

Los contenedores se adquieren en los colores correspondientes; verde para orgánicos y gris para inorgánicos, se recomienda que sean de plástico para que sean ligeros y con tapa para evitar los malos olores (figuras 4.14, 4.15 y 4.16).



Figura 4.14 Contenedor de 760 [I].



Figura 4.15 Contenedores de 60, 30 y 10[I].



Figura 4.16 Contenedor doble.



Realizar separación in situ, tiene las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Método económico
- No se contaminan los residuos
- Fácil aplicación
- Agiliza la separación

Desventajas:

- Escasa cultura de separación
- Disminución de espacio

Teniendo los residuos orgánicos separados se debe aplicar un tratamiento, se plantean dos opciones:

- Tratamiento biológico (composta).
- Biodigestión

*Tratamiento biológico (composta).* Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos se propone la elaboración de composta, que es la descomposición aeróbica de estos residuos, para la creación de un abono orgánico de alto impacto (45% de carbón orgánico).



Para la construcción de la infraestructura y la instalación, existen infinidad de empresas destinadas a su producción, una de ellas es el grupo de tecnología alternativa SIRDO S.C. de C.V., empresa que ofrece la capacitación por 3.5 meses, con la finalidad de medir tiempos y movimientos, para la producción de una (1) ton/semana de abono orgánico, con los residuos generados en Wal-Mart Taxqueña. Para que tenga el 45% de carbón orgánico, se deben de consumir bacterias y nutrientes poli enzimáticos que ellos ofrecen, 10 gal duran 10 meses (tabla 4.8).

**Tabla 4.8 Inversión inicial para realizar composta.**

Concepto	Costo
<b>Construcción e instalación</b>	\$ 225,386.71
<b>Bacterias y nutrientes (c/ 10 meses)</b>	\$ 8,400.00
<b>Capacitación</b>	\$ 34,000.00
<b>Total</b>	\$ 267,786.71

Cada tonelada de abono orgánico se vende en \$ 5,000.00 según SIRDO, considerando la compra de los contenedores para los residuos orgánicos. La inversión de \$271,561.71 se recupera en 1 año y 14 semanas, con la venta sólo del abono orgánico.

*Biodigestión.* El desarrollo de un biodigestor para el manejo de residuos orgánicos, es una opción para generar energía eléctrica, las empresas dedicadas a este giro son menores, sin embargo para la construcción del biodigestor se recomienda BioWords, empresa 100% mexicana, cuenta con tecnología de punta y se preocupa por la reducción del impacto al ambiente.

Un requisito para la construcción del biodigestor, es la generación mínima de 25 ton/semana para ser considerado un proyecto viable según BioWords y puedan realizar el análisis correspondiente, Wal-Mart Taxqueña genera 5.5 ton/semana, por lo que no se puede construir un biodigestor.

Sí se acopiaran los residuos de 5 hipermercados pertenecientes a grupo Wal-Mart, cumplirían con el requisito de 25 ton/semana.

Las propuestas para el manejo adecuado de residuos orgánicos presentan ventajas y desventajas (tabla 4.9).

**Tabla 4.9 Ventajas y desventajas del manejo a residuos orgánicos.**

Alternativa	Ventajas	Desventajas
<b>Degradación aerobia</b>	✓ Posible ganancia económica.	✗ Espacio amplio para construir.
<b>Biodigestor</b>	✓ Colaboración de tiendas.	✗ Faltan datos para realizar comparativo económico.

*Papel.* Se genera 332.4 kg/semana proveniente de archivo, recibos, tickets, considerado por las recicladoras como “limpio”, el manejo propuesto es similar al playo y el cartón, elaborar pacas (figura 4.17), con la finalidad de que no este



disperso, y posteriormente venderlo.

El precio promedio de compra es de \$1.43/kg, recuperando \$437.67/semana, además del aprovechar la disponibilidad de la compactadora.

**Figura 4.17 Pacas de papel**



Plástico rígido. El plástico rígido que se encuentra en la tienda en forma de ganchos para colgar ropa, cajas rotas de mercancía, garrafones, son artículos que se deben triturar para no ocupar grandes espacios.

El precio de las trituradoras varía dependiendo las características que tengan, por ejemplo, la velocidad a la que trabajan, la cantidad de material que trituraren en determinado tiempo, las dimensiones del grano al final del proceso, el precio se encuentra alrededor de \$25,000.00<sup>5</sup>.

Para el manejo de este subproducto se necesita un contenedor, la capacidad del contenedor es de 760[l] con un costo de \$5,280.00. El precio promedio de compra del material triturado es de \$ 1.00/kg, si se genera 311.07 kg/semana, la inversión se recupera en 98 semanas con la venta del plástico rígido, con una ganancia de \$204.86.

Residuos de locales comerciales. Dentro de Wal-Mart Taxqueña se encuentran 8 locales, estos son rentados y dentro del contrato se especifica que Wal-Mart se hará cargo de los residuos que generen. Produciendo 263.81 kg/semana.

Lo único que se pedirá a los arrendatarios es la separación de sus residuos en orgánicos e inorgánicos, dentro de bolsas para agilizar el proceso de recolección, las bolsas correrán por cuenta de ellos.

Empaque (unicel/plástico). Estos residuos provienen de los embalajes y empaques de los productos que llegan para su venta o los productos que se preparan para la venta de carne o verduras, con la finalidad de agilizar e incrementar las ventas.

---

<sup>5</sup> Franssons Recycling Machines



**Figura 4.18 Empleo de unisel y plástico como empaque.**



La alternativa que se propuso para la disminuir 151.62 kg/semana, es promover la venta a granel, una de las formas es por medio de comerciales en televisión, tendrían mayor impacto por la cantidad de personas que lo pueden ver, mencionaría la importancia de reducir los empaques de unisel y playo, para no contaminar el ambiente y la compra de productos sin previa selección. El costo por 20 [s], es diferente dependiendo el canal y la hora (tabla 4.10).

**Tabla 4.10 Costo por 20 [s] en televisión de lunes- viernes.**

Televisión abierta	Horario	Duración	Costo
<b>Canal 2</b>	19:00- 20:00	1er. Trimestre	\$ 484, 353.00
		2do.Trimestre	\$ 557, 138.00
		3er. Trimestre	\$ 557, 138.00
		4to. Trimestre	\$ 612, 851.00
<b>Canal 5</b>	19:00- 20:00	1er. Trimestre	\$ 225, 754.00
		2do.Trimestre	\$ 259, 679.00
		3er. Trimestre	\$ 259, 679.00
		4to. Trimestre	\$ 285, 646.00

Fuente: (Televisa, 2014)

Además se colocarán letreros en los estantes de publicidad del departamento de frutas y verduras, explicando por qué ya no habría frutas ni verduras empaquetadas. Un ejemplo se observa en la figura 4.19. Los letreros tienen un costo promedio de \$360.00/cartel en papel encapsulado, si se colocan 3 en las estantes principales de frutas y verduras, el total es de \$1080.00.

**Figura 4.19 Letrero para reducir el consumo de empaques de unisel/plástico.**



Unisel. La generación de unisel es de 29.44 kg/semana, actualmente la única empresa que recicla este residuo es DART, empresa que se dedica a la fabricación de productos de desecho con este material.



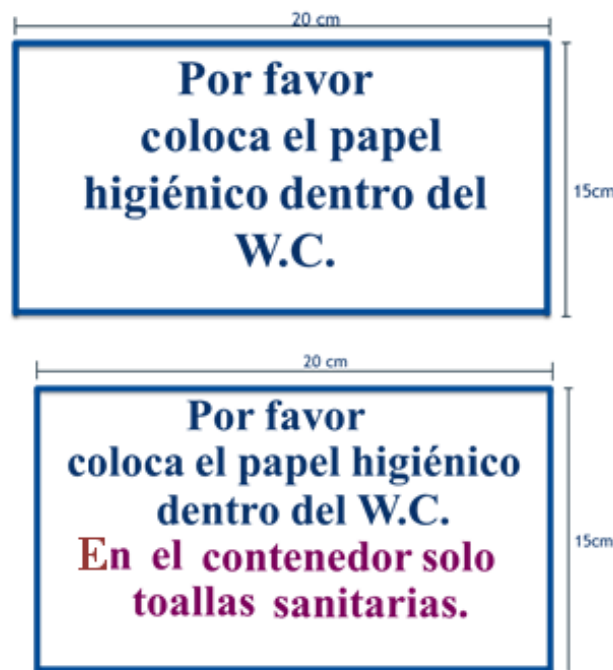
La alternativa propuesta es la recolección del uncel y entrega a la empresa, se necesita un contenedor de 760 [l] con un costo de \$5,280.00 para su almacenamiento.

DART queda a 17.9 km de Smurfit Kappa (empresa que se encarga de la recolección del cartón y playo), por lo tanto el transporte que lleva los residuos a Smurfit Kappa puede llevar el uncel a DART, brindando la satisfacción de reducir los residuos destinados a disposición final que tardan 100 años en degradarse (SEMARNAT, 2012).

Papel sanitario. La generación de papel sanitario es de 118.30 kg/semana, proveniente de sanitarios de empleados y de clientes, para lograr la reducción se propone la colocación de papel higiénico que se degrade fácilmente con el contacto de agua para depositarlo dentro del W.C.

Además de colocar letreros en cada uno de los 24 sanitarios, los letreros se imprimen por pliego en vinil, se imprimirán 32 para aprovechar los dos pliegos, conservando letreros de repuesto. Cada letrero tiene un precio de \$ 16.25, un total de \$ 520.00/letreros, para que siempre coloquen el papel higiénico en su lugar. Se quitarán los contenedores de los sanitarios de hombres dejando solo el letrero y en los de mujeres se mantendrá un contenedor por W.C. indicando que es solo para uso de toallas sanitarias (figura 4.20).

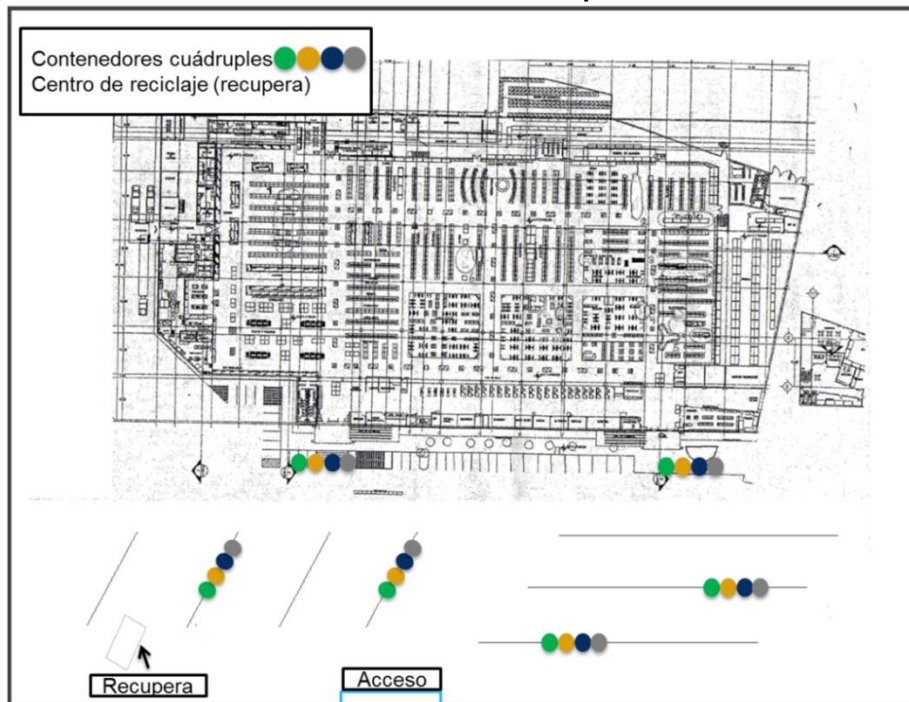
Figura 4.20 Diseño de letreros para ambos sanitarios.



PET. La generación de PET es de 109 kg/semana, se propone realizar pacas para no utilizar contenedores, el precio de compra de este residuo es de \$2.50/kg y se recuperarían \$ 272.50/semana.

Se propone la colocación de contenedores fijos en el exterior de la tienda, actualmente hay nueve contenedores para residuos en general. Sí se remplazan esos contenedores por 6 contenedores fijos cuádruples, división para PET, cartón y papel, uno de residuos orgánicos para no contaminar los otros y el último contenedor para todos los demás residuos. La distribución de los contenedores se sugiere como en la figura 4.21.

**Figura 4.21 Distribución de contenedores cuádruples en el exterior de la tienda.**



Los contenedores con tapas elaborados de polietileno, se adquieren en los colores requeridos y con las etiquetas necesarias (figura 4.22), el precio de cada uno es de \$ 4,145.00, por los 6 un total de \$24,870.00, la inversión se recupera en 92 semanas con una ganancia de \$200.00, solo por la venta de PET.

**Figura 4.22 Contenedores exteriores cuádruples.**



Fibras sintéticas (costales). El manejo que se propone para los 96.5 kg/semana, es reusar los costales para almacenar otros residuos, se destinara el 25% del total para ser reusado. El resto 72.38 kg/semana serán vendidos.



Se realizarán pacas de forma manual (figura 4.23), el precio promedio de compra es de \$ 0.40/kg, teniendo una ganancia de \$ 28.95/semana.

**Figura 4. 23 Pacas de costales.**



Plástico (bolsas). A la semana se generan 59.21 kg de bolsas, las cuales tienen un precio de compra promedio de \$ 0.30/kg, recuperando \$ 17.76/semana por su venta.

Se almacenan dentro de las bolsas de mayor tamaño de forma manual, quitando cualquier otro residuo que contengan dentro.

Envases multicapa. Se generan 56.84 kg/semana, se propone la venta de estos residuos a un precio de compra promedio de \$ 1.20/kg, recuperando \$ 68.21/semana.

Para realizar el almacenamiento es necesario desdoblar el envase y verificar que no contengan ningún líquido, por último, se almacenan dentro de costales.

Plástico (envases al vacío). Este residuo es comprado como polietileno, se sugiere el almacenamiento dentro de costales, tiene un precio de compra promedio de \$ 0.60/kg, por la venta se recuperarían \$ 26.70/semana.

Envolturas de frituras. Para el manejo de este residuo hay disponible sólo un centro de reciclaje, se encuentra a 16.4km de Smurfit Kappa, el precio promedio de compra es \$ 0.80/kg, recuperando por su venta \$27.35/semana. Su almacenamiento sería en costales.

Latas metálicas. Este residuo genera 31.7 kg/semana, para almacenarlo se necesita compactarlo para disminuir el espacio que ocupan y se reutilizarán los costales para almacenar. El precio promedio de compra es de \$ 1.38/kg y se recuperará por su venta \$ 43.59/semana.

Vidrio. Se genera 29.8 kg/semana de vidrio transparente y 5.5 kg/semana de vidrio de color, el precio de compra promedio es \$1.00/kg y \$0.50/kg respectivamente. La recuperación por la venta es de \$32.55/semana. El almacenamiento de los residuos se realizará en dos contenedores que dejarán de utilizarse para residuos orgánicos, con la limpieza requerida.



Aluminio. La generación de latas de aluminio es de 16.06 kg/semana, para realizar un almacenaje efectivo requiere de reducir el tamaño de las latas y se depositarían en costales.

El precio de compra promedio es de \$13.25/kg, lo que genera una recuperación de \$212.80/semana.

Cartón contaminado. En la tienda no es aprovechado el cartón contaminado, se le llama así cuando ha estado en contacto con otros residuos (orgánicos, envolturas, PET) . Se generan 11.10 kg/semana, se pueden realizar pacas de forma manual para su venta, el precio promedio de compra es de \$ 0.83/kg, teniendo una ganancia de \$9.08/semana por su venta.

Otros. Los residuos que se consideraron dentro de la clasificación de otros tienen una generación menor y únicamente se separaran para no contaminar a ningún subproducto que pueda ser aprovechado.

En la categoría de otros se contempla la loza y la cerámica, debido a que la única recicladora Concretos Reciclados S.A de C.V., cobra \$76.00/kg por retirar este tipo de residuos.

Estos residuos representan 45.72 kg/semana (tabla 4.11) los cuales se almacenarán en los contenedores restantes y seguir recolectando por el servicio privado actual o servicio público.

**Tabla 4. 11 Generación semanal de residuos en la clasificación de otros.**

Residuo	kg/semana
Loza y cerámica	26.60
Residuo fino	7.50
Madera	3.40
Cartón (encerado)	3.20
Trapo	1.70
Hule	1.40
Material no ferroso	0.90
Pañales	0.60
Hule espuma	0.20
Rollos fotográficos	0.12
Aerosol	0.10
<b>Total</b>	<b>45.72</b>

También se pueden desarrollar otras acciones enfocadas a incrementar la cultura de no generar residuos, como las siguientes.

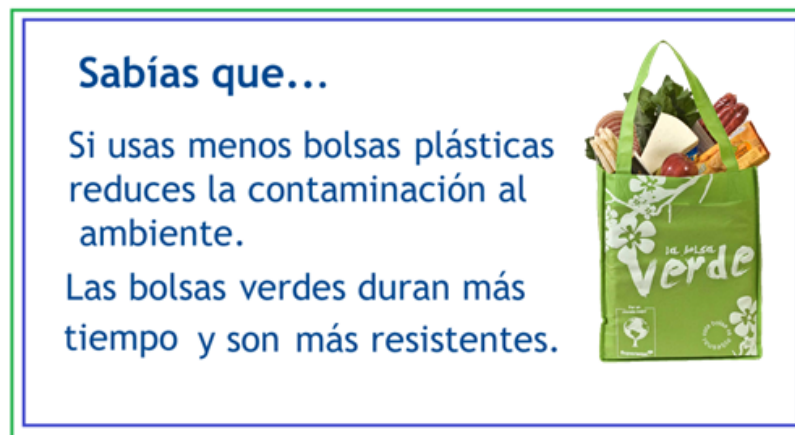
Cajas verdes. Se colocaron para las personas que al realizar su compra no



requieren bolsas de plástico para guardarlas, no es necesario colocar más cajas verdes, sino dar a conocer la función de estas cajas y ofrecer a los clientes la opción de no usar bolsas en cualquier caja.

En Wal-Mart Taxqueña hay 23 cajas, se colocará un letrero en cada una (figura 4.24), donde se divulgue el uso de sus bolsas verdes elaboradas de tela para reducir la contaminación al ambiente. La impresión se realizará en opalina gruesa y la impresión por pliego es de \$74.00, se imprimirán 32 letreros para utilizar 2 pliegos. El total por la impresión de estos letreros más las abrazaderas de plástico para colocarlos es de \$238.00.

**Figura 4.24 Letrero para aumentar el uso de bolsas verdes.**



Acuerdos con marcas promocionales. Algunas empresas realizan promociones, demostraciones o algún evento para elevar las ventas de sus productos, para esto utilizan stand de cartón y aproximadamente 20 stand/mes son dejados en las instalaciones y manejados como residuos de la tienda.

La propuesta para eliminar estos residuos es realizar un acuerdo con las empresas que utilicen stand, para establecer una multa a aquellas que olviden los stand, así disminuirán estos residuos y Wal-Mart ganaría por cada stand que olviden.

Las alternativas antes mencionadas son las que se consideran para el manejo integral de residuos sólidos para Wal-Mart Taxqueña, la inversión inicial en separación y educación ambiental es de \$ 100,868.00, considera todas las actividades y el tratamiento biológico, la inversión es de \$ 368, 654.71 (tabla 4.12).



**Tabla 4.12 Inversión inicial.**

Concepto	Total
Contenedores para residuos orgánicos	\$ 38,600.00
Trituradora y contenedor para plástico rígido	\$ 30,280.00
Letreros de frutas y verduras	\$ 1,080.00
Contenedor para unicelel	\$ 5,280.00
Letreros para sanitarios	\$ 520.00
Contenedores cuádruples externos	\$ 24,870.00
Letrero para cajas	\$ 238.00
<b>Total</b>	<b>\$ 100,868.00</b>
Desarrollo del tratamiento biológico	\$ 267,786.71
<b>Total</b>	<b>\$ 368,654.71</b>

Para saber sí el proyecto es viable, se consideraran los ingresos por concepto de venta de residuos (tabla 4.13) y otra alternativa es la venta de residuos más la venta del abono orgánico.

**Tabla 4.13 Ingresos por venta de residuos.**

Residuo	Ingreso/semana
Papel	\$ 437.67
Plástico rígido	\$ 311.07
PET	\$ 272.50
Costales	\$ 28.95
Plástico (bolsas)	\$ 17.76
Envases multicapa	\$ 68.21
Envases al vacío	\$ 26.70
Envolturas frituras	\$ 27.35
Vidrio	\$ 32.55
Latas metálicas	\$ 43.59
Aluminio	\$ 212.80
Cartón contaminado	\$ 9.08
<b>Total</b>	<b>\$ 1,488.23</b>

Los precios por la venta de residuos, la venta del abono orgánico y la compra de insumos para su producción, se contemplaron constantes.

Las propuestas se plantearon a 12 residuos, los residuos que necesitan de inversión para su manejo son: orgánicos, plástico rígido, PET, unicelel, empaque (unicelel/plástico), papal sanitario y los residuos de cajas, su inversión se recuperará con los residuos restantes.

La venta de papel, envases multicapa, vidrio, latas metálicas y aluminio se destinará para recuperar la inversión en residuos orgánicos; la venta de costales, envolturas de frituras y cartón contaminado para recuperar la inversión en el manejo de unicelel; la venta de bolsas de plástico y empaques al vacío para



recuperar la inversión en letreros de los sanitarios, cajas verdes y disminución de empaques.

La recuperación de la inversión se puede apreciar por residuo (tabla 4.14), a corto plazo (1 año), mediano plazo (de 1 a 3 años) y largo plazo (más de 3 años) (Levy, 2009).

**Tabla 4.14 Recuperación de la inversión por residuo (corto, mediano y largo plazo).**

Recuperación por venta de residuo:	Inversión	Tiempo para utilidades.	Años		
			1	2	3
Orgánicos (venta de residuos)	\$ 38,600.00	49 semanas			
Orgánicos (venta de residuos y abono)	\$306,386.71	1 año y 5 semanas			
Plástico rígido	\$ 30,280.00	1 año y 46 semanas			
PET	\$ 24,870.00	1 año y 40 semanas			
Unicel	\$ 5,280.00	1 año y 29 semanas			
Empaque, papel sanitario, letreros.	\$ 1,838.00	42 semanas			

Si consideramos que Wal-Mart adquiere los recursos descritos en la inversión inicial, ya sea sólo para vender los residuos o para la venta de residuos más el abono orgánico. Si se venden los residuos, la inversión se recupera en 1 año con 16 semanas y si se construye el tratamiento biológico, la inversión inicial se recupera en 1 años con 9 semanas. La utilidad generada a mediano plazo y a largo plazo es diferente (tabla 4.15).

**Tabla 4.15 Comparación de alternativas finales.**

Alternativa	Inversión	Tiempo de recuperación	Utilidad en 3 años	Utilidad a 6 años	Utilidad a 10 años
<b>Venta de residuos</b>	\$ 100,868.00	1 año y 16 semanas	\$ 131,295.88	\$ 363,459.76	\$ 673,011.60
<b>Venta de residuos y abono orgánico</b>	\$ 368,654.71	1 años y 9 semanas	\$ 603,309.17	\$ 1,581,873.05	\$ 2,889,424.89

La construcción del tratamiento biológico dará resultados mayores a corto plazo en comparación que solo la venta de residuos, y a largo plazo se identifica una utilidad mayor.

El cartón, playo, hueso y sebo, representan un total de 6,473.57 kg/semana, el 47.00% de residuos aprovechados; el 52.67% lo componen los residuos que se aprovecharían al implementar las alternativas de venta de residuos y abono orgánico; y el 0.33% restantes, los 45.72 kg/ semana, son los residuos que irían a disposición final; logrando la disminución del 99.77%.





### 4.3 Propuesta de plan de manejo

Para poner en práctica las alternativas antes mencionadas se sugiere que se realicen de acuerdo a tiempos definidos, para tener un control adecuado de la generación, manejo, disminución y venta de los residuos.

Para iniciar el plan de manejo se debe de acordar con el gerente todas las alternativas que se tienen y así seleccionar el orden en que se pondrán en práctica. Después el gerente realizará una reunión con los jefes de departamento, con la finalidad de dar a conocer el proyecto que se pondrá en práctica.

Mencionando los departamentos que tendrán contenedores para residuos orgánicos e inorgánicos, poniendo énfasis en que deben ser respetados por empleados principalmente y clientes. La colocación de letreros y las propuestas acerca de la reducción del empaque de unigel y playo en los alimentos, indicando que son para motivar el consumo a granel en los clientes. Esta reunión tiene como objetivo que los gerentes informen a los empleados de sus respectivos departamentos las nuevas iniciativas que se pondrán en práctica en la tienda, para aprovechar los residuos y disminuir la contaminación al ambiente.

El jefe de mantenimiento será quien organice las actividades y delegue responsabilidades a los empleados que tiene a su cargo, además de mantener informado al gerente de la tienda de los avances logrados por semana y de ser necesario el requerimiento de personal nuevo. La organización que realizará el jefe de mantenimiento tiene como límite 5 días, al finalizar comenzarán los pedidos de contenedores, letreros, contactarán a la empresa para la compra de la trituradora y la construcción de la infraestructura para el tratamiento biológico.

Durante el lapso de entrega, los encargados de cada actividad podrán inspeccionar el lugar para la colocación de los contenedores, realizarán espacio para la colocación de letreros en cajas y en la zona de frutas y verduras, quitarán los contenedores que no serán requeridos (contenedores de sanitarios de hombres), además de verificar la existencia de papel higiénico en los sanitarios y los jefes de departamento deberán transmitir la información a todo el personal que este en sus departamentos sin excepción alguna.

Es de importancia que se realice contacto con los centros de reciclaje y pactar el día de recolección, puede ser que un día recolecten un tipo de residuo y un día distinto otros, para evitar la acumulación de residuos y disminuir el espacio, también para realizar el convenio más fructífero.

Se sugiere desarrollar el tratamiento biológico, definir ubicación y el diseño, tomando en cuenta que el periodo de construcción es de 2 semanas y después se comenzará con la producción del abono orgánico.

Colocar los contenedores y letreros el mismo día de entrega, en los lugares



---

---

previamente seleccionados, ambos con la ayuda de los empleados de los departamentos. Los letreros de cajas pueden ser repartidos uno a cada cajero (a) para que ellos los coloquen y agilicen el tiempo, los letreros de frutas y verduras al jefe de piso y los de los sanitarios a las personas de mantenimiento.

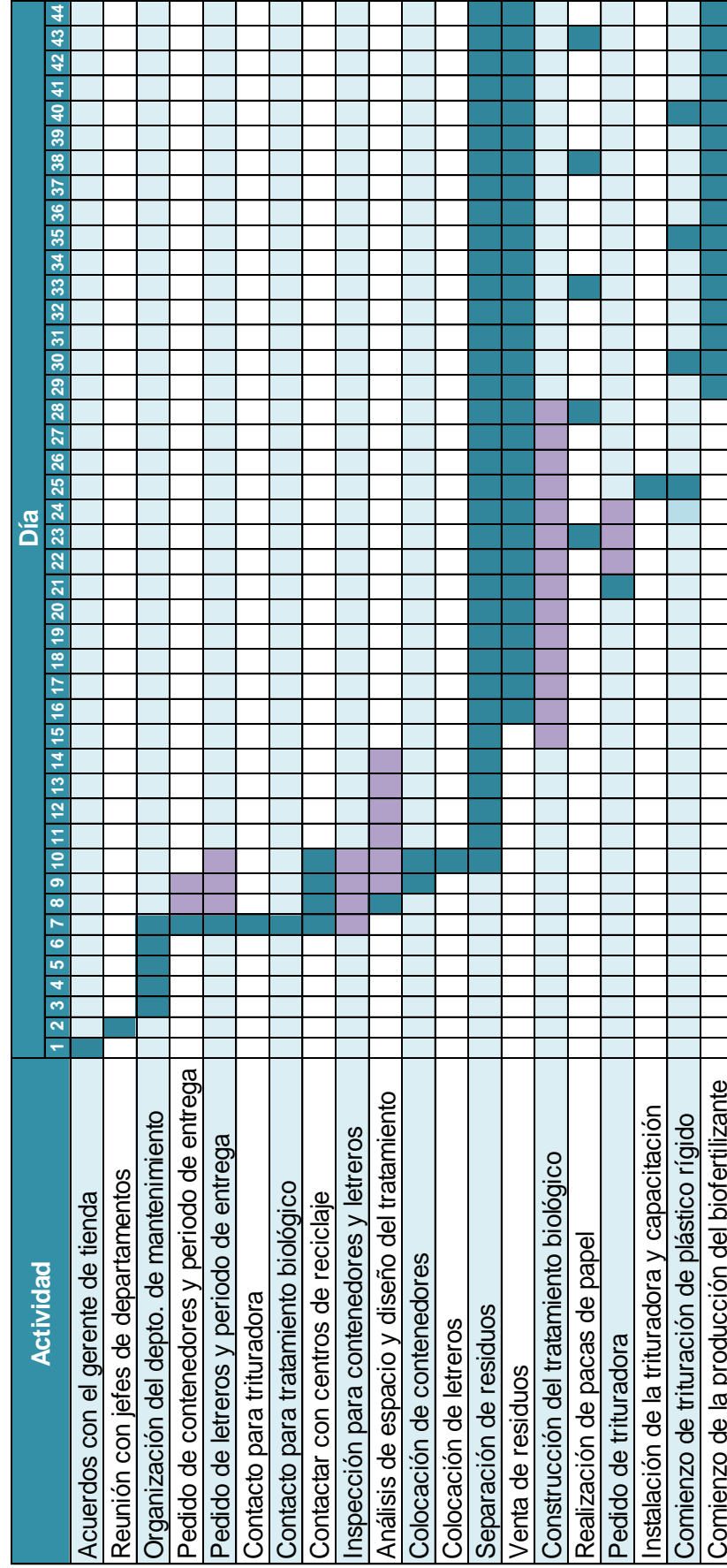
El personal encargado de la recolección se encargará de separar los residuos en cada una de las recolecciones realizadas, por lo tanto se realizara 4 veces/día evitando la acumulación. Las pacas de papel deberán hacerse cada 5 días para tener una cantidad considerable de papel.

La trituración de plástico rígido se llevará a cabo después que se haya establecido la separación de residuos. El proyecto prevé la adquisición e instalación de una trituradora y la capacitación del personal que la operará. La trituración se realizará en días distintos a la compactación para que el mismo personal realice ambas operaciones.

Cada actividad se desarrollará en el tiempo que está estimado en el diagrama de Gantt (figura 4.25), se contempla por días y no con fechas específicas, para acoplarse en el momento que se decida.



Figura 4.25 Diagrama de Gantt de la posible realización de las alternativas.



Representa ejecución  
 Representa periodo de espera  
 Las actividades muestran el periodo de inicio, no el final.



---

Para el seguimiento eficiente de la venta de residuos, es conveniente crear un registro que incluya: la cantidad en kg de cada tipo de residuos, día y precio de venta. También registrar la producción de abono orgánico (cantidad total producida), el precio de venta y el comprador; sin olvidar la fecha de cada operación.

El plan de manejo integral de residuos para Wal-Mart Taxqueña tiene como objetivo principal la minimización de residuos generados en la tienda y que a su vez obtenga beneficios ambientales principalmente y económicos.



## 5 Conclusiones y recomendaciones

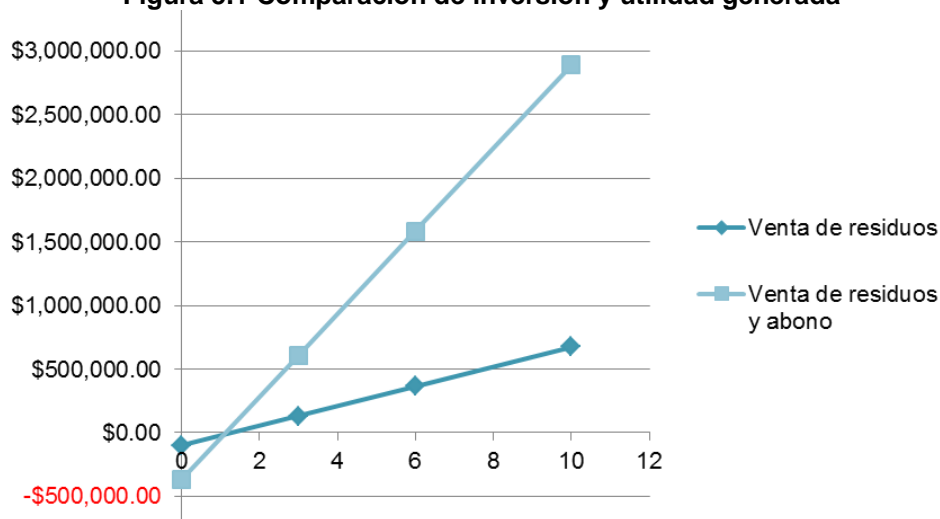
Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas a partir del objetivo y alcances propuestos y la ejecución del caso práctico.

- Para iniciar, es importante contar con la disposición de las partes involucradas en la realización de un plan de manejo de residuos para compartir opiniones y agilizar permisos; además de los directivos, es necesaria la disponibilidad de los empleados de la tienda para obtener información de primera mano, evitar contratiempos y cumplir con los tiempos de ejecución acordados.
- Es necesario realizar un muestreo para conocer la cantidad real de generación total y su composición. Para conocer la generación de cada residuo y que facilite la identificación de los tratamientos a realizar.
- El diagnóstico preliminar realizado en el caso de estudio fue suficiente para mostrar la situación actual de cada departamento e identificar las áreas de oportunidad.
- Una herramienta creada para disminuir la cantidad de residuos es la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, la cual busca el aprovechamiento de los residuos con el desarrollo de planes de manejo.
- Los planes de manejo son instrumentos elaborados para cada lugar ya que consideran su infraestructura particular, así como la población, educación, disponibilidad económica y de los actores involucrados.
- Es necesario que los planes de manejo se realicen bajo principios de responsabilidad compartida de todos los involucrados, para desarrollar eficientemente las etapas de diagnóstico, planeación, ejecución y seguimiento.
- Un plan de manejo de residuos para ser integral, debe incluir la etapa de minimización (reducir la generación), separación, valorización de los residuos y aplicación de tratamientos adecuados para disminuir los residuos destinados a disposición final.
- Las alternativas seleccionadas fueron con base en el tiempo para recuperar la inversión y la utilidad estimada a corto y largo plazo.
- Si se implementan las alternativas propuestas se reducirían 7,255.30 kg/semana de residuos sólidos, lo que equivale a 52.67%; los residuos que ya son aprovechados (cartón, playo, hueso y sebo) representan 6,473.57 kg/semana, un 47%; dejando a disposición final sólo 45.72 kg/ semana, un 0.33% de residuos.



- Tendrían un ingreso de \$1488.23/semana por la venta de residuos y después de la instalación del tratamiento biológico se tendrían \$5000.00/semana por la venta del abono orgánico; ingresos que actualmente representan un gasto, ya que son retirados por un servicio de recolección privado.
- La inversión inicial de \$100,868.00 para comenzar con la venta de residuos, se recupera en 1 año y 16 semanas, y la inversión de \$368,654.71 para implementar la venta de residuos y abono orgánico, se recupera en 1 año y 9 semanas, 7 semanas antes que solo la venta de residuos.
- Comparando las alternativas (figura 5.1), se observa que la inversión para el tratamiento biológico y la venta de residuos es mayor, pero la recuperación y la utilidad también es mayor, comparada con la inversión y utilidad generada sólo por la venta de residuos.

**Figura 5.1 Comparación de inversión y utilidad generada**



- La poca difusión de la norma y de las ventajas que ofrecen los PMIR, hacen que hasta la fecha su elaboración sea mínima.
- El aumento de la generación de residuos para el caso de centros de autoservicios (hipermercados), se confirma a través del indicador de generación per cápita, ya que en 1999 se tenía una generación per cápita (gpc) de 0.11kg/m<sup>2</sup>-día y considerando la gpc de Wal-Mart en 2011, de 0.22 kg/m<sup>2</sup>-día, se tiene un aumento del 105.94%.
- El PMIR elaborado para la tienda Wal-Mart Taxqueña puede emplearse como guía general para la elaboración de los PMIRs no sólo en otros hipermercados, sino en todas las tiendas de auto servicio en nuestro país. Tomando en consideración la generación de cada tipo de residuo y



adecuándolo.

- Un plan de manejo puede ofrecer beneficios sociales por el reconocimiento que da la sociedad a quienes los elaboran; tecnológicos por los métodos que implementan, ambientales por la reducción de residuos y económicos, con el ahorro de gastos por el manejo de residuos, algunas veces dejan utilidades cuando la generación es muy grande.
- Como último punto, se puede señalar que el objetivo planteado al inicio de la tesis se logró ya que se aplicó la metodología propuesta para elaborar el PMIR de Wal-Mart Taxqueña, un hipermercado en la Ciudad de México.

A partir de las conclusiones anteriores se recomienda:

- Los grandes generadores deben cumplir con las disposiciones establecidas en la NOM-161-SEMARNAT-2011, de no ser así se pueden aplicar sanciones para quien no se haga cargo de sus residuos; y estímulos para que se interesen en realizar los PMIRs o que no dejen de realizar las medidas que hayan iniciado.
- Realizar el manejo de los residuos como se planteó en el capítulo 2, considerando las etapas: minimización, generación, separación, valorización (reusar o reciclar), almacenamiento (in situ y temporal), recolección, transporte, transferencia y tratamiento, con la finalidad de mandar una cantidad mínima de residuos a disposición final.
- Aprovechar la mayor cantidad posible de residuos, considerando los que se generen en mayor cantidad y represente el material con el que está elaborado, un ingreso más alto.
- Para realizar un PMIR es altamente recomendable que se establezca y mantenga una comunicación y coordinación entre todas las partes involucradas, para generar y proporcionar la información necesaria, además de realizar una toma de decisiones favorable y de común acuerdo.
- La generación de utilidades varía debido a la ubicación y precio de compra en los centros de reciclaje. Realizar un estudio de mercado sirve para ubicar y seleccionar los centros que traten la mayor cantidad de residuos generados, y que ofrezcan el mejor precio de compra.
- Es recomendable realizar los PMIR como trabajos multidisciplinarios para que otras ciencias, como economía y finanzas, realicen las adecuaciones a los precios de compra y pagos de intereses por conceptos de construcción, por mencionar algunos.
- Los grandes generadores deben cumplir los requerimientos de la NOM-161-



---

SEMARNAT-2011, no solo para adquirir beneficios económicos sino para lograr mejoras ambientales y sociales.

Finalmente, si el plan de manejo integral de residuos propuesto en este proyecto se replica con las adecuaciones dependiendo la zona, por lo menos en los 23 Wal-Mart del D.F., se aprovecharían 45.11 ton/día y 16,465.15 ton/año de residuos generados en sólo esas tiendas, beneficiando la vida útil de los rellenos sanitarios y disminuyendo el consumo de materia prima virgen.





## Referencias

### Libros:

- Capistran, F. (1994).** *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje.* Veracruz : Instituto de Ecología A.C.
- Deffis, C. A. (1994).** *La basura es la solución.* Árbol editorial. D.F.
- Levy, L. H. (2009).** *Planeación financiera para la empresa moderna.* <http://books.google.com.mx/books?id=zrjKBSptgdcC&pg=P>
- Tchobanoglous, G. (1994).** *Gestión integral de residuos sólidos.* Madrid.

### Mesografía:

- ADS. (2011).** *Autoridades de Desperdicios Sólidos.* Reciclaje. <http://www.ads.gobierno.pr/reciclaje/ventajas.htm>
- Alvarez, F. C. (2012).** *Crisis ambiental en México,* México D.F. <http://carlosalvarezflores.com/?p=81>
- ANTAD. (2008).** *Directorio de asociados de ANTAD.* Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales de México. <http://www.antad.net/>
- Bocanegra, G. C., Vázquez, R. (2003).** *Modernización en el comercio detallista.* Revista de información y análisis. México D.F. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/Articulos/economicas/comerdetal.pdf>
- Buen Rostro, D. I. (2010).** *Reciclaje.* México. <http://www.tododecarton.com.mx/reciclaje.php>
- Casting de México . (2014).** *Casting de México,* México D.F. [http://castingsmexico.com/botes\\_de\\_basura\\_ecologicos/](http://castingsmexico.com/botes_de_basura_ecologicos/)
- CEAM. (2008).** *Industria del reciclado en México.* Sostenibilidad Reciclado. Centro de Estudios Ambientales de Castilla-La Mancha, España. [http://www.ecolamancha.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=240:industria-del-reciclado-en-mexico](http://www.ecolamancha.org/index.php?option=com_content&view=article&id=240:industria-del-reciclado-en-mexico)
- CEJA. (2012).** Se introducen contenedores de basura en el D.F. *Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales.* México.



<http://www.revistamundoverde.net/noticias-ambientales/se-introducen-contenedores-de-basura-en-el-df>

**CEMIRS. (2010).** *Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de Residuos Sólidos*. A.C. Sustenta. [http://www.sustenta.org.mx/1/?page\\_id=227](http://www.sustenta.org.mx/1/?page_id=227)

**Céspedes, L., Roja, C. (2012).** *Residuos sólidos urbanos: un grave problema ambiental*, México D.F.  
[http://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/basura\\_residuos](http://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/basura_residuos)

**CICEANA. (2010).** *Saber más... Reciclaje de residuos sólidos*. Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte America, A.C, E.U.A.  
<http://www.ciceana.org.mx/recursos/Reciclaje%20de%20residuos%20solidos.pdf>

**CNIP. (2014).** *Plan de Manejo para los Residuos de Papel y Cartón en México*. Cámara Nacional de la Industrias de la Celulosa y el Papel . México D.F.  
<http://www.camaradelpapel.mx/noticias/plan-de-manejo-para-los-residuos-de-papel-y-carton-en-mexico/>

**CocaCola. (2012).** *PlantBottle los beneficios*. The Coca Cola Company, México D.F. [http://www.cocacola.cl/es/plantbottle/plantbottle\\_los\\_beneficios.html](http://www.cocacola.cl/es/plantbottle/plantbottle_los_beneficios.html)

**Definiciónabc. (2013).** *Definición general de diagnóstico* .  
<http://www.definicionabc.com/general/diagnostico.php>

**Ecología. (2011).** *Noticias de Ecología, Reciclaje, Medio Ambiente*.  
Reciclaje : <http://www.ecologiahoy.com/reciclaje>

**FI. (2012).** *Teoría de planeación*. Facultad de Ingeniería, UNAM.  
[http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt\\_Planeacion\\_internet/TEMAII.1.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMAII.1.pdf)

**Gasca, A. S. (2012).** *Manejo y Gestión de los Residuos Sólidos*. Programa Técnico de la Red GIRE SOL Regional. SEMARNAT, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.  
<http://www.giresol.org/rrgcg/docs/RRG%20Hidalgo/22%20de%20Agosto/P-M-Giresol-Pachuca-2012.pdf>

**Gómez, R., Schwentesius, R. (2006).** *Supermercados y pequeños productores hortofrutícolas en México*. Revista Bancomext. México.  
<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/89/3/GomezSchwentesius.pdf>

**GoogleMaps. (2014).** *Datos del mapa Google*,



- INEGI. <https://www.google.com.mx/maps/preview/@19.3454468,-99.1827031,17z>
- INE. (2007).** *Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México.* Instituto Nacional de Ecología.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/335/reciclaje.html>
- INE. (2007).** *Manejo integral de los residuos sólidos.* Instituto Nacional de Ecología.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/133/manejo.html>
- INECC/SEMARNAT. (2013).** *Diagnóstico Básico para la Gestión integral de Residuos 2012.* Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.  
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001408.pdf>
- INEGI. (2010).** *Censo de Población y Vivienda.*  
<http://cuentame.inegi.gob.mx/impresion/poblacion/densidad.asp>
- JICA-GDF. (1999).** *Estudio sobre el manejo de los residuos sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos.* Agencia de Cooperación Internacional del Japón-Gobierno del Distrito Federal de los Estados Unidos Mexicanos.  
<http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/06/01clave.pdf>
- KC. (Abril de 2012).** *Recicla papel y colabora con fundades y aldeas infantiles SOS.* Kimberly Clark. Perú.  
<http://reciclame.net/blog/2009/07/un-blog-explica-el-proceso-de-reciclaje/>
- Leal, M. (1996).** *Temas ambientales de la zona metropolitana de la Ciudad de México.* Secretaría de Ecología y UNAM. México.
- LGPGIR. (2012).** *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos,* Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Cámara de Diputados. México.  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>
- LRSDF. (2012).** *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.* Asamblea legislativa del Distrito Federal III legislatura, México:  
<http://www.aldf.gob.mx/archivoa93c7afd9d1de15d20d0b2ee3c2504e8.pdf>
- Milenio. (2012).** *Tendencias del reciclaje en México* (infografía).  
<http://www.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/870996ea2332405cd1ce21b375bc7daa>



**OCDE. (2013).** *Work on environment* .Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.  
<http://www.oecd.org/environment/2013-2014Brochure.pdf>

**Pérez, J. V. (2008).** *¿Qué es un relleno sanitario?*  
<http://www.ingenierosinc.com/2008/07/31/que-es-un-relleno-sanitario/>

**PROFECO. (2013).** *El sector de tiendas departamentales y de autoservicio en México.* Procuraduría Federal del Consumidor.  
[http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2013/bol244\\_tiendas\\_auto servicio.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2013/bol244_tiendas_auto servicio.asp)

**RAE. (2013).** *Real Academia Española.* Definición de papel:  
<http://definicion.de/papel/>

**Rubio, C. (2012).** *Reciclaje*, México.  
<http://christian-lenguaje.blogspot.mx/2012/09/reciclaje-reciclar-es-la-aplicacion-de.html>

**SciencePeople. (2010).** *Desventajas y ventajas de quemar, enterrar y reciclar residuos sólidos.*  
<http://sciencepeople.wikispaces.com/Desventajas+y+ventajas+de+quemar,+enterrar+y+reciclar+residuos+s%C3%B3lidos.>

**SEMARNAT. (2006).** *NOM-052-SEMARNAT- 2006*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.  
[http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052\\_semarnat.pdf](http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf)

**SEMARNAT. (2008).** *Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2009-2012.* Secretaría del medio ambiente y recursos naturales. México.  
<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/SEMARNAT%20Resumen%20Ejecutivo%2009.pdf>

**SEMARNAT. (2011).** *Diario Oficial de la Federación.* Secretaría de Gobernación. Secretaría del medio ambiente y recursos naturales. México.  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5205605&fecha=22/08/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5205605&fecha=22/08/2011)

**SEMARNAT. (2012).** *¿Cuánto tarda?*. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Secretaría del Medio Ambiente y recursos Naturales. México.  
[http://www.uaz.edu.mx/semarnat/cuanto\\_tarda.html](http://www.uaz.edu.mx/semarnat/cuanto_tarda.html)



- SMA. (2004).** *Planes de manejo.* Secretaría del Medio Ambiente. México D.F.  
<http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=219>
- SMA. ( 2012).** *Catalogo único de tramites y servicios.* Plan de Manejo de Residuos Sólidos para Generadores no Sujetos a la LAUDF. Portal Ciudadano del Gobierno del Distrito Federal. Secretaria del Medio Ambiente. México.  
[http://www.tramitesyservicios.df.gob.mx/wb/TyS/plan\\_de\\_manejo\\_de\\_residuos\\_solidos\\_para\\_generadores](http://www.tramitesyservicios.df.gob.mx/wb/TyS/plan_de_manejo_de_residuos_solidos_para_generadores)
- SOBSE. (2012).** *Recolección, transferencia, selección y disposición final.* Secretaría de obras y servicios. México D.F.  
[http://www.obras.df.gob.mx/?page\\_id=85](http://www.obras.df.gob.mx/?page_id=85)
- Televisa. (2014).** *Tarifas 2013 compra libre, costo por spot.*  
[http://televisa.plancomercial.com/wp-content/uploads/2013/10/TARIFAS\\_NUEVAS2.pdf](http://televisa.plancomercial.com/wp-content/uploads/2013/10/TARIFAS_NUEVAS2.pdf)
- UC. (2010).** Universidad de Chile, ICARITO, *El plástico,* Chile. El plástico:  
<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/educacion-tecnologica/materias-primas/2009/12/72-1032-9-el-plastico.shtml>
- Wal-Mart. (2013).** *Tiendas en México,* D.F.  
<http://www.walmart.com.mx/lista-de-tiendas.aspx?state=9>
- Willian, J. (2009).** *Almacenamiento y separación de residuos sólidos en la fuente.*  
<http://www.slideshare.net/ingeambiental/siete-almacenamiento-domiciliario-de-residuos-slidos>



## Anexo A Normatividad

En este anexo se presenta la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que plantea la realización de planes de manejo de RME.

(Primera Sección)

DIARIO OFICIAL

Viernes 1 de febrero de 2013

### SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CUAUHTEMOC OCHOA FERNANDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en los artículos 32 Bis fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 7 fracción V, 20, 28 fracción III, 30 y 32 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43 y 47, fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 12, 13 y 17 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1 y 8 fracciones III, IV y V del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

#### CONSIDERANDOS

Que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece como instrumentos regulatorios de política ambiental a los Planes de Manejo, los cuales inducen a los Productores, Exportadores, Importadores y Distribuidores de productos a tomar acciones encaminadas a maximizar el aprovechamiento y la valorización de los residuos con base en estrategias y acciones que deberán ser técnica, ambiental, económicamente factibles y socialmente aceptables.

Que entre las facultades que le fueron conferidas a la Federación, está la competencia de expedir las Normas Oficiales Mexicanas que establezcan los criterios para determinar qué residuos estarán sujetos a Planes de Manejo, que incluyan los Listados de éstos, y que especifiquen los procedimientos a seguir en el establecimiento de dichos planes.

Que los modelos lineales de producción y consumo actuales provocan una mayor generación de residuos, los cuales de no ser valorizados, requerirán de un sitio de disposición final donde ser desechados una vez que termina su vida útil.

Que algunos de los Residuos de Manejo Especial pueden recuperarse, ya sea como materia prima para procesos de manufactura o aprovechamiento energético, sin embargo en la actualidad sólo un pequeño porcentaje de los mismos se recupera y aprovecha.

Que, al no valorizar o aprovechar los Residuos de Manejo Especial que pueden ser sujetos a ello, éstos se envían a los sitios de disposición final de Residuos



Sólidos Urbanos, reduciendo su vida útil y aumentando la necesidad de abrir nuevos sitios para la disposición final de los residuos.

Que a través de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, se puede incrementar el aprovechamiento de los Residuos de Manejo Especial y tener los beneficios ambientales, económicos y sociales correspondientes, toda vez que un Plan de Manejo es un instrumento a través del cual se busca minimizar la generación y maximizar el aprovechamiento de los residuos en los que se aplica, por lo que al lograr su implementación se incrementaría la cantidad de residuos aprovechados, y como consecuencia se disminuye la carga sobre los recursos naturales y sobre la vida útil de los sitios de disposición final donde se disponen.

Que en cumplimiento a lo establecido en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 22 de agosto de 2011 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, con carácter de proyecto la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo, con el fin de que dentro de los 60 días naturales siguientes a su publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sito en bulevar Adolfo Ruiz Cortines número 4209, piso 5o., colonia Jardines en la Montaña, código postal 14210, Delegación Tlalpan, Distrito Federal o se enviaron al correo electrónico cesar.chavez@semarnat.gob.mx o al fax 56 28 08 98.

Durante el citado plazo, la Manifestación de Impacto Regulatorio correspondiente estuvo a disposición del público en general para su consulta en el citado domicilio, de conformidad con el artículo 45 del citado ordenamiento.

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 fracciones II y III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo, los cuales fueron aprobados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, realizándose las modificaciones procedentes al proyecto; las respuestas a los comentarios y modificaciones antes citados fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de enero de 2013.

Que una vez cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sesión de fecha 23 de noviembre de 2012; aprobó la presente Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.

Por lo expuesto, he tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-161-SEMARNAT-2011, QUE ESTABLECE  
LOS CRITERIOS PARA CLASIFICAR A LOS RESIDUOS DE MANEJO  
ESPECIAL Y DETERMINAR CUALES ESTAN SUJETOS A PLAN DE MANEJO;  
EL LISTADO DE LOS MISMOS, EL PROCEDIMIENTO PARA LA INCLUSION O  
EXCLUSION A DICHO LISTADO; ASI COMO LOS ELEMENTOS Y  
PROCEDIMIENTOS PARA LA FORMULACION DE LOS PLANES DE MANEJO**

**PREFACIO**



Esta Norma Oficial Mexicana fue elaborada con la participación de los siguientes organismos, bajo la coordinación del Subcomité IV de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales:

COOPERACION ALEMANA AL DESARROLLO/DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GMBH

ALIANZA UNIDOS AMIGOS DEL MEDIO AMBIENTE, A.C.

AMBIEN, SOLUCIONES ECOLOGICAS

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A.C. (ANIQ)

ASOCIACION NACIONAL DE TIENDAS DE AUTOSERVICIO Y DEPARTAMENTALES, A.C. (ANTAD)

CAMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL (CNIP)

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA, DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION (CANIETI)

CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA (COPARMEX)

CONCRETOS RECICLADOS, S.A. DE C.V.

CRISTINA CORTINAS DE NAVA, CONSULTORA AMBIENTAL

ECOLOGIA Y COMPROMISO EMPRESARIAL, A.C. (ECOCE)

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO (ISSSTE)

PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

PROACTIVA

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

SERVICIOS Y PROYECTOS EN INGENIERIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V. (SEPIASA)

SUSTENTA

ESTADO DE HIDALGO

## INDICE

1. Introducción
2. Objetivo
3. Campo de Aplicación
4. Referencias
5. Definiciones
6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial
7. Criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo
8. Procedimiento para la inclusión o exclusión de residuos al Listado de residuos sujetos a Plan de Manejo





9. Elementos para la formulación de los Planes de Manejo

10. Procedimientos aplicables en esta Norma

11. Concordancia con Normas Internacionales

12. Bibliografía

13. Vigilancia

Transitorios

Anexo Normativo. Listado de Residuos de Manejo Especial sujetos a presentar Plan de Manejo

## 1. Introducción

Gran parte de los residuos que se generan en los procesos industriales, y actividades comerciales y de servicios, como subproductos no deseados o como productos fuera de especificación, son Residuos de Manejo Especial. Incorporados a tales residuos, se generan residuos derivados del consumo, operación y mantenimiento de las demás áreas que forman parte de las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, como oficinas, comedores, sanitarios y mantenimiento, los cuales por sus características se consideran como Residuos Sólidos Urbanos, pero que por sus volúmenes de generación superiores a 10 toneladas por año o su equivalente en otras unidades, se convierten en Residuos de Manejo Especial.

Refiriéndonos a la última etapa del manejo de residuos, se observa que al recibir en los sitios de disposición final una gran cantidad de Residuos de Manejo Especial, se provoca que éstos se acumulen rápidamente junto con los Sólidos Urbanos y la vida útil de dichos sitios de disposición, terminen en un tiempo menor al proyectado, esto es de particular importancia cuando se tienen Rellenos Sanitarios que cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003 ya que esta reducción en la vida útil ocasiona la necesidad de localizar un nuevo sitio que cumpla con lo indicado en la mencionada norma, aspecto que cada vez es más difícil de encontrar.

Por lo que una de las principales contribuciones que se persigue con la presente Norma es el de controlar y reducir significativamente cada una de las problemáticas vistas en los puntos anteriores, mediante la elaboración, desarrollo y aplicación de los Planes de Manejo para los Residuos de Manejo Especial.

## 2. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana tiene los siguientes objetivos:

**2.1** Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión de otros Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley.

**2.2** Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos.

**2.3** Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión o exclusión del Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.

**2.4** Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.



**2.5** Establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del Listado de la presente Norma.

### **3. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:

**3.1** Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.

**3.2** Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.

**3.3** Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.

**3.4** Las Entidades Federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma.

Quedan excluidos los generadores de residuos provenientes de la Industria Minero-Metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la Ley y 33 de su Reglamento.

### **4. Referencias**

Para la correcta utilización de esta Norma Oficial Mexicana es necesario consultar las Normas Oficiales Mexicanas siguientes o las que las sustituyan:

**4.1** Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Lodos y biosólidos-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2003.

**4.2** Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.

**4.3** Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental- Residuos peligrosos biológico-Infeciosos-Clasificación y especificaciones de manejo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.

### **5. Definiciones**

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y las siguientes:

#### **5.1** Características domiciliarias

Son las características físicas, químicas y de cantidad que presentan los residuos generados en casas habitación. No deben ser los generados en casas habitación y que resulten de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, los productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques.

#### **5.2** Estudio técnico-económico

Estudio realizado a un residuo o a una corriente de Residuos de Manejo Especial, generado en una o más Entidades Federativas que identifique:



- a. El número de generadores, que hagan posible que el manejo específico y coordinado del residuo permita fomentar o establecer los mecanismos para incrementar su valorización y aprovechamiento.
- b. Los problemas ambientales asociados al residuo y que a través del manejo específico y coordinado con los diversos sectores involucrados, se minimicen dichos problemas.
- c. Las opciones técnicas, financieras y sociales disponibles para mejorar el manejo, basado en esquemas de minimización, reutilización, reciclaje y/o valorización del residuo.
- d. La factibilidad técnica, ambiental, social y económica para mejorar su manejo o facilitar su aprovechamiento.

### **5.3 Ley**

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

### **5.4 Reglamento**

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

### **5.5 Secretaría**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## **6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial**

Para que las Entidades Federativas soliciten la clasificación de manejo especial para uno o varios residuos, se deberá cumplir con el criterio establecido en el 6.1 ó 6.2, pero invariablemente deberá cumplirse con el criterio establecido en el 6.3.

**6.1** Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005,

**6.2** Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

**6.3** Que sea un residuo, incluido en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos de una o más Entidades Federativas, o en un Estudio Técnico-Económico.

## **7. Criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo**

Para que un Residuo de Manejo Especial se encuentre sujeto a un Plan de Manejo, deberá estar listado en la presente Norma.

Para que un nuevo Residuo de Manejo Especial se pueda incluir en el mencionado Listado, deberá cumplir con el criterio señalado en el inciso 7.1 y con alguno de los criterios señalados en los incisos 7.2 ó 7.3.

**7.1** Que con base en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos, o en un Estudio Técnico-Económico, se demuestre que se cuenta con la infraestructura necesaria para manejar el residuo, y que por sus características



y cantidad generada, se requiera facilitar su gestión o mejorar su manejo en todo el país;

**7.2** Que se trate de un residuo de alto volumen de generación, lo que implica que el residuo generado represente al menos el 10% del total de los Residuos de Manejo Especial, incluidos en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos; únicamente para efectos del cálculo anterior no se considerarán los residuos de la construcción; y que sea generado por un número reducido de generadores, esto es, que el 80% del mismo, sea generado por el 20% o menos, de los generadores;

**7.3** Que el residuo como tal o los materiales que lo componen tengan un alto valor económico para el generador o para un tercero, es decir, que genere un beneficio en su manejo integral, a través de la reducción de costos para el generador o que sea rentable para el generador o para el tercero, con base en las posibilidades técnicas y económicas del residuo para:

- a. Su aprovechamiento mediante su reutilización, reciclado o recuperación de materiales secundarios o de energía;
- b. Su valorización o co-procesamiento a través de su venta o traslado a un tercero, o
- c. La recuperación de sus componentes, compuestos o sustancias.

## **8. Procedimiento para la inclusión o exclusión de residuos al listado de residuos sujetos a Plan de Manejo**

Para que una Entidad Federativa pueda solicitar la inclusión de un Residuo de Manejo Especial dentro del Listado de residuos sujetos a Plan de Manejo, deberá de cumplir con los criterios establecidos en el apartado 7.

Cuando la Secretaría disponga de 2 o más solicitudes por parte de las Entidades Federativas para mejorar el control o aprovechamiento de un residuo específico, a través de los Planes de Manejo; podrá iniciar el proceso de modificación del Listado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Para que un Residuo de Manejo Especial sea excluido del referido Listado, además de no cumplir con los criterios del apartado 7, no deberá ser de interés para las Entidades Federativas referente a su control o aprovechamiento, a través de los Planes de Manejo.

Para lo anterior, la Secretaría establecerá el procedimiento a través del cual, las Entidades Federativas solicitarán la inclusión o exclusión del Listado, de un Residuo de Manejo Especial en los términos del artículo 19 fracción IX de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

## **9. Elementos para la formulación de los Planes de Manejo**

Para formular y aplicar los Planes de Manejo de los Residuos de Manejo Especial sujetos a ellos se deberá incluir el principio de responsabilidad compartida, según sea el caso, que requiere de la participación conjunta, diferenciada y coordinada de los actores involucrados en la cadena de valor, buscar el manejo integral; evitar el establecer barreras técnicas y económicas innecesarias al comercio, así como considerar los elementos siguientes:

### **9.1 Elementos Generales**



Los elementos generales que debe contener el Plan de Manejo independientemente de su modalidad son:

**9.1.1 Información general:**

**9.1.1.1** Nombre, denominación o razón social del solicitante;

**9.1.1.2** Nombre del representante legal;

**9.1.1.3** Domicilio para oír y recibir notificaciones;

**9.1.1.4** Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial;

**9.1.1.5** Residuo(s) objeto del plan;

**9.1.2 Diagnóstico del Residuo:**

**9.1.2.1** Para los Residuos de Manejo Especial generados en la actividad productiva, el diagnóstico deberá contener únicamente la cantidad de residuos generados expresado en toneladas por día o kilogramos por día;

**9.1.2.2** Para productos de consumo que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial el diagnóstico deberá contener la cantidad generada o estimada del residuo e identificación de sus fuentes potenciales de generación; y además podrá contener:

**9.1.2.2.1** Principales materiales que componen el residuo;

**9.1.2.2.2** Manejo actual del residuo;

**9.1.2.2.3** Problemática ambiental, asociada al manejo actual del residuo;

**9.1.2.2.4** Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas;

**9.1.3** Formas de manejo integral propuestas para el residuo;

**9.1.4** Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo;

**9.1.5** Descripción del destino final del residuo sea nacional o internacional;

**9.1.6** Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo;

**9.1.7** De ser aplicable, especificar los participantes del plan y su actividad;

**9.1.8** De ser aplicable indicar los mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general.

**9.2 Elementos Adicionales**

Los elementos adicionales que se consideren para la elaboración de los Planes de Manejo, atenderán a una o más de las modalidades establecidas en el artículo 16 del Reglamento, de acuerdo con lo siguiente:

**9.2.1 Privados**

**9.2.1.1** Descripción de la Infraestructura interna y externa involucrada;

**9.2.1.2** De ser aplicable, descripción de las estrategias de prevención y minimización, que pueden ser:

**9.2.1.2.1** Sustitución de materias primas;

**9.2.1.2.2** Cambio de tecnología, o

**9.2.1.2.3** Aplicación de mejores prácticas.



Todas las estrategias propuestas deben ser viables en términos técnicos, económicos y ambientales, así como las etapas y necesidades para la programación, implementación y operación del Plan de Manejo.

### **9.2.2 Mixtos**

**9.2.2.1** Identificar las acciones de participación en el ámbito de sus respectivas competencias, de las autoridades, Federal, Estatal o Municipal y del sujeto obligado para la aplicación del Plan de Manejo;

**9.2.2.2** En su caso, descripción de los mecanismos de adhesión al Plan de Manejo;

**9.2.2.3** Elaborar y firmar un convenio Marco que permita dar certidumbre a los acuerdos alcanzados en el desarrollo del Plan de Manejo.

### **9.2.3 Individuales**

Los Planes de Manejo individuales deberán contener únicamente los elementos generales descritos en el numeral 9.1 y, en su caso, los del 9.2.1.

### **9.2.4 Colectivos**

**9.2.4.1** Identificar las acciones de participación de cada uno de los involucrados para la aplicación del Plan de Manejo.

**9.2.4.2** En su caso, descripción de los mecanismos de adhesión al Plan de Manejo.

**9.2.4.3** En su caso, definir las estrategias para difundir y comunicar a los consumidores, las sugerencias y posibilidades existentes para prevenir y minimizar la generación del residuo sujeto a Plan de Manejo, así como las formas adecuadas para manejarlos, valorizarlos o acopiarlo.

**9.2.4.4** Elaborar y firmar un Convenio Marco que permita dar certidumbre a los acuerdos alcanzados en el desarrollo del Plan de Manejo.

## **10. Procedimientos aplicables en esta norma**

**10.1** La Secretaría, las Entidades Federativas y sus Municipios de común acuerdo determinarán nuevas categorías de Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley y con los criterios del punto 6 de esta Norma, mismas que se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

**10.2** La Secretaría deberá cumplir con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización sobre el procedimiento para modificación de Normas Oficiales Mexicanas, para la inclusión o exclusión de un Residuo de Manejo Especial al Listado de los residuos sujetos a Plan de Manejo de la presente Norma.

**10.3** Para la presentación y registro de los Planes de Manejo.

Una vez formulado el Plan de Manejo, deberá presentarse para su conocimiento ante la Entidad Federativa que corresponda al ámbito territorial de implementación, a través de los procedimientos que se expidan para los fines y efectos correspondientes. En el caso de los Planes de Manejo bajo la modalidad nacional y regional, deberán adicionalmente presentarse ante la Secretaría.

Las Entidades Federativas podrán, de conformidad con sus facultades, implementar un registro de los Planes de Manejo presentados por los particulares y hacer dichos planes del conocimiento del público en general, previa autorización del promotor del plan.

**10.4.** Los sujetos obligados podrán incorporar dos o más residuos Listados en la presente Norma en un mismo plan de manejo.



## 11. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no coincide con ninguna Norma Internacional por no existir Norma Internacional sobre el tema tratado.

## 12. Bibliografía

**12.1** Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, marzo de 2006.

**12.2** Ley Federal del Mar. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986.

**12.3** Ley Federal sobre Metrología y Normalización.- Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992. Última reforma publicada DOF el 30 de abril de 2009.

**12.4** Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.- Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril de 2003.

**12.5** Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, Que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 12 de julio de 2006.

**12.6** Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-011-SMA-RS-2008, Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México. Publicada en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 21 de mayo de 2009.

**12.7** Norma Mexicana NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.

**12.8** Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.- Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

**12.9** SEMARNAT, Guía de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

## 13. Vigilancia

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a los Gobiernos del Distrito Federal y de los Estados a través de sus Instancias Ambientales de Inspección y Vigilancia, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones y competencias, quienes verificarán la existencia y la presentación del Plan de Manejo.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** La presente Norma entrará en vigor a los 180 días naturales contados a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Los Programas o Planes de Manejo en operación previo a la emisión del Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos y la presente Norma, así como los Planes de Manejo de aplicación nacional reconocidos por la Secretaría, podrán ser automáticamente registrados por las Entidades Federativas.



**TERCERO.-** Los programas voluntarios de manejo que se implementen para aquellos Residuos de Manejo Especial no sujetos a un Plan de Manejo, podrán formularse de conformidad con los elementos y procedimientos contenidos en la presente Norma.

**CUARTO.-** Una vez que la presente Norma inicie su vigencia en términos de lo señalado en el Transitorio Primero, los sujetos obligados deberán formular y presentar ante la autoridad competente el Plan de Manejo correspondiente, en el cual en adición a los elementos señalados en el apartado nueve e independientemente de su modalidad, podrá establecer la gradualidad para la incorporación de los distintos tipos de residuos a los cuales se encuentran obligados, en un plazo máximo de cinco años a partir de su presentación.

**QUINTO.-** Una vez que la presente Norma inicie su vigencia en términos de lo señalado en el Transitorio Primero, la Secretaría deberán formular y presentar ante las Entidades Federativas el procedimiento para la inclusión o exclusión de residuos al Listado de Residuos sujetos a Plan de Manejo señalados en los apartados ocho y diez inciso tres, en un plazo máximo de un año.

México, Distrito Federal, a los once días del mes de enero de dos mil trece.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cuauhtémoc Ochoa Fernández.-** Rúbrica.

## **ANEXO NORMATIVO**

### **LISTADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL SUJETOS A PRESENTAR PLAN DE MANEJO**

El Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo se indica a continuación:

- I.** Los siguientes residuos de servicios de salud, generados por un gran generador en centros médico-asistenciales:
  - Papel y cartón
  - Ropa clínica, ropa de cama y colchones
  - Plásticos
  - Madera
  - Vidrio
- II.** Los residuos agroplásticos generados por las actividades intensivas agrícolas, silvícolas y forestales.
- III.** Los residuos orgánicos de las actividades intensivas agrícolas, avícolas, ganaderas y pesqueras.
- IV.** Los residuos de las actividades de transporte federal, que incluye servicios en los puertos, aeropuertos, centrales camioneras y estaciones de autotransporte y los del transporte público, que incluye a los prestadores de servicio que cuenten con terminales, talleres o estaciones, que se incluyen en la lista siguiente y que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente:
  - Envases metálicos.
  - Envases y embalajes de papel y cartón.





- Envases de vidrio.
  - Envases de tereftalato de polietileno (PET).
  - Envases de poliestireno expandido (unicel).
  - Bolsas de polietileno.
  - Tarimas de madera.
  - Neumáticos de desecho.
- V.** Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, a excepción de los indicados en la NOM-052-SEMARNAT-2005:
- Aquellos que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 100 toneladas anuales o su equivalente.
- VI.** Los residuos de las tiendas departamentales o centros comerciales, incluyendo tiendas de autoservicio, centrales de abasto, mercados públicos y ambulantes, que se incluyen en la lista siguiente y que se generen en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente:
- Envases metálicos.
  - Envases y embalajes de papel y cartón.
  - Envases de vidrio.
  - Envases de tereftalato de polietileno (PET).
  - Envases de poliestireno expandido (unicel).
  - Tarimas de madera.
  - Residuos orgánicos.
  - Película de polietileno para embalaje (playo).
- VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m<sup>3</sup>.
- VIII.** Los productos que al transcurrir su vida útil se desechan y que se listan a continuación:
- a)** Residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabricantes de productos electrónicos:
- Computadoras personales de escritorio y sus accesorios.
  - Computadoras personales portátiles y sus accesorios.
  - Teléfonos celulares.
  - Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores).
  - Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores).
  - Reproductores de audio y video portátiles.
  - Cables para equipos electrónicos.
  - Impresoras, fotocopiadoras y multifuncionales.
- b)** Residuos de fabricantes de vehículos automotores:
- Vehículos al final de su vida útil.



- c) Otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año:
- Aceite vegetal usado.
  - Neumáticos de desecho.
  - Envases y embalajes de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
  - Artículos publicitarios en vía pública de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
  - Artículos de promoción de campañas políticas en vía pública de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
  - Envases, embalajes y artículos de madera.
  - Envases, embalajes y perfiles de aluminio.
  - Envases, embalajes y perfiles de metal ferroso.
  - Envases, embalajes y perfiles de metal no ferroso.
  - Papel y cartón.
  - Vidrio.
  - Ropa, recorte y trapo de algodón.
  - Ropa, recorte y trapo de fibras sintéticas
  - Hule natural y sintético.
  - Envase de multilaminados de varios materiales.
  - Refrigeradores.
  - Aire acondicionado.
  - Lavadoras.
  - Secadoras.
  - Hornos de microondas.



## Anexo B Minutas y datos de reuniones.

En este anexo se presenta la minuta correspondiente a la primera visita, la lista de asistencia a ella, la minuta correspondiente a la segunda visita, las cuestiones con respuesta que se había dejado en la primera visita y el plan de trabajo acordado.

### **Minuta de la primera reunión entre grupo Walmart Taxqueña –Facultad de Ingeniería UNAM.**

Fecha: 5-Abril-2013

Hora: 3:00 pm

Lugar: Miguel A. de Quevedo No. 175 C.P. 1070, México, D.F

Teléfono de tienda: 56612787

Objetivo: Presentación del plan de trabajo para el proyecto “Plan de manejo de residuos sólidos de grupo Wal-Mart sucursal Taxqueña”

#### Asistentes:

##### *Wal-Mart Taxqueña*

Mario Godínez (MG)

Raúl Salazar (RS)

Celestino López (CL)

##### *Faculta de Ingeniería UNAM*

Dra. Rina Aguirre (RA)

M.I. Alejandra Medina (AM)

Ing. Dulce Cisneros (DC)

Geovaneli López (GL)

Miriam Hernández (MH)

#### Resumen:

En esta primera reunión, no asistió la gerente de la tienda Guadalupe Vargas tampoco dejó indicaciones para la presentación del proyecto y se realizó con el gerente Mario Godínez , donde se comunicó la propuesta de trabajo por parte de la UNAM para el proyecto denominado “Plan de manejo integral de residuos sólidos para Wal-Mart Taxqueña”. La presentación se llevó a cabo en una sala de juntas, no fue posible mostrar la presentación (PP).

AM: Explicó la planeación del proyecto y la dificultar para mover las fechas, dado que retrasan el estudio. Mencionó que es necesario conocer los datos relacionados al manejo de los residuos (tratamiento, convenios, reciclaje) que se realizan en la tienda.

RA: Enfatizó que no se puede retrasar el proceso y que se deben cumplir las fechas que se tenían asignadas. Mencionó que la ley marca que deben contar con un plan de manejo de residuos y que por falta de organización de la tienda no se realizará el muestreo.



AM: Comenta que es la NOM 161 la que obliga a los grandes generadores a tener un plan de manejo.

MG: Menciona que se recicla el cartón y el playo llevando un control de estos datos; no realizan separación de orgánico e inorgánico, tiene un cuarto de residuos peligrosos y cuentan con un proveedor que se encarga de llevarse los residuos.

AM: Mencionó que para fines del proyecto no interesan los residuos peligrosos. Preguntó si tienen los residuos separados por departamento.

MG: Responde que no hacen separación de residuos por departamento. Menciona que tiene una compactadora de cartón y es enviado al centro de distribución el cuál se encarga de mandarlo a la fábrica de reciclaje.

RS: Mencionó que en el cuarto de compactación hay dos personas que realizan este trabajo

MG: Mencionó que con el cartón compactado hacen unas pacas que las llevan al área de recibo en donde se mide la masa.

AM: Preguntó si se conoce la cantidad de residuos que se entregan al camión, si van mezclados y cada cuando pasa el camión.

MG: Menciona que no miden su masa y van mezclados, que el camión pasa 1 vez al día y que es un servicio particular y que en ocasiones pasa 3 veces al día (quincena, fines de semana o en temporada de septiembre-enero).

RA: Pregunta si el camión lleva los residuos a la estación de transferencia o es particular hasta el sitio de disposición final.

RG: No lo saben, solo mencionan que aparte hay una persona separando los residuos después de que ellos los dejaron en el cuarto de residuos.

RA: Menciona que sería interesante ver a qué hora llega esa persona para conocer el proceso.

RS: Responde que no hay horario, puede ser a las 8:00 am o a las 10:00 am.

AM: Pregunta si habría forma de contactar a la persona para que explique cómo lleva a cabo el proceso aunque no sea posible verlo físicamente.

MG: Menciona que la persona que separa los residuos es un proveedor al cual le puede hablar para que proporcione la información necesaria el día de la próxima reunión.



RA: Menciona que es importante saber si el proveedor que separa los residuos hace algo con ellos, por ejemplo si aprovecha lo orgánico para composta o biogás. Comenta que en caso de que solo los lleve a relleno sanitario está desaprovechándolos y que podría ser una oportunidad para Wal-Mart.

MG: Menciona que en el área de recibo se tiene una bitácora en donde se anotan las cantidades de cartón y playo de las pacas que son enviadas al centro de distribución.

AM: Pregunta si el camión cobra por volumen de residuos.

MG: Menciona que el camión cobra mensualmente, no por volumen.

AM: Pregunta si hay algún impedimento para tener acceso a los datos de meses atrás de lo que se envía a reciclaje, o de preferencia de todo el año anterior para analizar variaciones.

MG: Menciona que no hay problema en proporcionar los datos requeridos, y quedó en proporcionarlos en la próxima reunión. Añade que los proveedores ya están dejando de utilizar el cartón y lo están sustituyendo por bolsas de plástico.

MG: Aclara que en la próxima reunión se tiene que entrar por entrada de personal.

DC: Menciona que las actividades que el personal de Wal-Mart no hace con los residuos, las pueden hacer los integrantes de la UNAM para ver qué cosas se pueden reciclar y ver el volumen que abarcan.

RA: Menciona que cuando los residuos que ya no se separan se revuelven con los demás perdiendo de su valor porque se ensucian o rompen.

MG: Menciona que hace aproximadamente 5 años Wal-Mart tiraba el cartón

AM: Pregunta si tienen algún convenio con alguna recicladora

MG: Menciona que la tienda como tal no tiene convenio aparte pero que grupo Wal-Mart tiene un convenio con Smurfit Kappa, tienen convenios con un proveedores para la planta tratadora de agua, otro para residuos peligrosos y también para medicamentos caducos.

AM: Menciona que reconoce el trabajo del Ing. Camargo gerente de sustentabilidad del Grupo Walmart que son los que se han preocupado a nivel grupo por la reducción de residuos sólidos.

MG: Comentó que las limitaciones de la tienda son porque ya tiene 40 años. Mencionó que algunas tiendas nuevas tienen sensores para el ahorro de energía,



botes para separar orgánico e inorgánico pero que para el próximo año se tiene planeada la remodelación de esta tienda.

AM: Planteó la posibilidad de conocer la cantidad de residuos que se lleva el camión por lo menos del viernes 5 de abril al miércoles 11 de abril.

MG: Mencionó que harían lo posible por realizar la cuantificación.

AM: Propuso que sí se podía conocer la ocupación en m<sup>2</sup> de cada departamento para poder cuantificar la generación.

MG: Comentó que era complicado conocer el área de cada departamento al igual que la generación por departamento.

RS: Mencionó que conocer la generación por departamento es difícil, además que los residuos del estacionamiento y los establecimientos que están dentro de la tienda también se manejan por Walmart y no saben cuánto se genera.

RA: Mencionó que si no es posible medir la masa de los residuos que se entregan al camión, que si es posible que se realice la cuantificación de las bolsas que entregan al día.

RS: Comentó que sí puede medir 1 o 2 bolsas, para sacar un promedio de todas generadas al día.

AM: preguntó que residuos son los que no separan.

RS: Respondió que el PET, el aluminio, el vidrio, son los que conoce que tienen valor y no son separados.

RA: Comento que se van a cuantificar los residuos para ver si es negocio y si es conveniente que se realice algo que genere beneficios.

MG: Proporcionó teléfono de la tienda para comunicaciones futuras y aclaraciones y nosotros proporcionamos el nuestro.

AM: Aclaró que ya se habían puesto de acuerdo el Ing. Camargo y la gerente Guadalupe Vargas por correos y que no cumplió ella con la información a su tienda.

DC: Solicitó que podían darle al menos una bolsa de residuos de las que tenían en el cuarto de residuos para realizar muestreo con sus alumnos y conocer mejor la composición.

MG: Respondió que sí, que dejaría indicado en recibo para que la entregaran y nos invitó a comenzar con el recorrido breve.



---

Se concluyó con una visita preliminar dentro de las instalaciones guiada por RS y CL conocimos el cuarto de residuos en donde se tenían separadas las bolsas en orgánico e inorgánico, vimos la parte de frutas y verduras que se va a donación, la compactadora de cartón y playo, en donde realizan las pacas que se llevan al centro de distribución.

Acuerdos:

Próxima reunión jueves 11 de abril de 2013 a las 10:00 am. Se dejó una lista con las personas que acudirán a la visita.



### Lista de asistencia a la primera visita a Walmart Taxqueña.

Presentación: Proyecto "Plan de manejo integral de residuos sólidos para tiendas de servicio. Walmart Taxqueña".

Fecha: 5-Abril-2013

Hora: 3:00 pm

Lugar: Miguel A. de Quevedo No. 175 C.P. 1070, México, D.F

Asistente	Puesto	Firma
Raul Salazar V.	MTTO	Julian
Marzo Gomez	GERENCIA	1-2
Celestino Lopez P.	PREVENCIÓN	1-2
U.I. ALEXANDRA MEDINA	FI, UNAM,	1-2
Dr. Rina Aguirre	UNAM	1-2
Ing. Dulce Ma. Gomez Peña	FI UNAM	1-2
Miriam Ndez Santibáñez	FI. UNAM	Miriam Ndez
Geovaneli López Morfin	FI. UNAM	1-2





## **Minuta de la segunda reunión entre grupo Walmart Taxqueña –Facultad de Ingeniería UNAM.**

Fecha: 11-Abril-2013

Hora: 10:00 am

Lugar: Miguel A. de Quevedo No. 175 C.P. 1070, México, D.F

Teléfono de tienda: 56612787

Objetivo: Recabar información para el proyecto “Plan de manejo integral de residuos sólidos para tiendas de servicio. Walmart Taxqueña”

### Asistentes:

*Wal-Mart Taxqueña*  
Mario Godínez (MG)  
Sr. Ortega (O)

*Faculta de Ingeniería UNAM*  
M.I. Alejandra Medina (AM)  
Ing. Dulce Cisneros (DC)  
Geovaneli López (GL)  
Miriam Hernández (MH)

### Resumen:

Como ya se había acordado en la reunión anterior, ésta visita fue para conocer al personal que se lleva los residuos de la tienda, además de medir la masa al menos una bolsa de residuos orgánicos y una de residuos inorgánicos, para poder aproximar la generación con la contabilización de las bolsas que se generan en un día, al menos durante 3 días. El Sr. Mario Godínez accedió a proporcionarnos la información que le solicitamos.

MG: Se encargó de darnos la bienvenida y de darnos el recorrido por las instalaciones nuevamente explicando a detalle lo que se realizaba, a la vez que nos devolvió el cuestionario de la vez visita anterior, dándonos una explicación breve de las respuestas que colocó.

DC: Preguntó que sí aún no habían ido a recoger los residuos.

MG: Respondió que aún no y caminando hacia la zona de recibo nos iba mencionando que ya no tardaban en llegar.

AM: Preguntó en el área de recibo de mercancía, que era lo que se estaba haciendo con la merma que estaban vaciando, en esté caso se trataba de perecederos.

MG: Aclaró que la mercancía que estaba ahí era separada, la caduca se vaciaba en un recipiente para su posterior tratamiento con la planta de tratamiento de agua y la que estaba en condiciones adecuadas era colocada en el estante para donación.



AM: Preguntó que si tenían datos de cuanta merma se generaba.

MG: Mencionó después de ir a imprimir un documento, que la generación de merma de frutas y verduras es de 5 000 \$/día y al año es de 1 404 000 \$/día considerando también perecederos, mientras que el monto de donación de frutas y verduras es de 364 000 \$/día. Que no sabía el monto de merma de perecederos.

MG: Nos mencionó la presencia del Sr. Ortega, quien es responsable de retirar los residuos de la tienda.

Se realizó la presentación necesaria para continuar con la serie de preguntas.

AM: Comenzó explicando el trabajo que se está desarrollando, que es el desarrollo de la tesis, posteriormente continuó con la serie de preguntas, la primera fue: ¿Cuándo pasan a recoger los residuos?

O: Accedió amablemente a responder, mencionó que pasa a recoger los residuos una vez al día, que tiene que pasar a recogerlos a varias tiendas, pero que en temporadas largas pasa al día hasta 2 veces por la cantidad de residuos que se genera.

GL: Pregunto, si él conocía la composición de los residuos que se llevaba todos los días.

O: Afirmó que conoce la generación de forma aproximada, que al día retiran de Wal- Mart Taxqueña alrededor de 600 kg de residuos orgánicos y 600 kg de residuos inorgánicos.

DC: Preguntó que si ellos separaban los residuos que iban en los residuos y que si le daban algún tratamiento o en el caso de algunos residuos la venta de estos.

O: Mencionó que los residuos son llevados a una estación de transferencia, en donde separan el cartón aproximadamente 50 kg/día y el PET 15 kg/día, los cuales venden.

AM: Preguntó si conocía la disposición final de los residuos que recolectaban.

O: Mencionó que la disposición final es un relleno sanitario, el que está en Santa Catarina y una parte también es llevada al Relleno del estado de México.

GL: Pregunto si sabía cuánto era lo que cobraba la empresa en la que trabaja por ofrecer sus servicios.

O: Respondió que no sabía que es desconocía el dato.



MG: Intervino mencionando que el contrato de la empresa está elaborado desde corporativo y que ellos como personal de la tienda también desconocían el dato.

AM: Agradeció la colaboración para realizar el proyecto al Sr. Ortega y pregunto que si podían ir a medir la masa de las bolsas.

MG: Accedió y fuimos por las bolsas antes de que las retiraran de la tienda.

DC: Colocó las bolsas juntas y mencionó la masa total de 16.5 kg. Quitó la bolsa de residuos orgánicos y dando una masa de los residuos inorgánicos que fue de 7.3 kg.

AM: Preguntó si conocía la masa de las pacas que se elaboraban de cartón.

MG: Mencionó que tienen alrededor de 338 -345 kg/paca y que al día realizan entre 6-10 pacas; de playo mencionó que las pacas tienen alrededor de 270 kg/día y salen 2-3 pacas/día. En general mencionó que los residuos que ellos separan que solamente son el cartón, el playo, el sebo y el hueso, se genera en promedio de cartón 9800 kg/semana, de playo 520 kg/semana y de sebo/hueso 220 kg/semana.

AM: Preguntó que si sabía que hacían con esos residuos.

MG: Mencionó que pasa un camión de Wal-Mart, que se lleva el cartón y el playo a una estación de transferencia de Wal-Mart, de ahí se llevan los camiones de cartón y son llevados a Smurfit Kappa, desconoce a quien se le vende el hueso/sebo y el playo.

Pasamos a gerencia.

MG: Nos preguntó que si ya no necesitábamos otra información.

GL: Solicitó el lay out de la tienda y solicitó una lista de los departamentos que conforman a la tienda Wal-Mart.

MG: Accedió y nos dio una copia del lay out y de un documento donde se encontraban todos los departamentos.

AM: Solicitó que si nos podía facilitar una copia del informe de entregar de cartón al camión que las recogía, el cual nos había mostrado con anticipación.

MG: Accedió y nos dio una copia también.

AM y DC: Agradecieron la información compartida y mencionaron la futura visita para acordar la fecha de la propuesta de alternativas.



Acuerdos:

Entrega de la bolsa de residuos para la realizar muestreos de estas, los días 15, 16 y 17 de abril de 2013.

**Información requerida para el “Plan de manejo integral de residuos sólidos para tiendas de servicio. Walmart Taxqueña”**

1. ¿Cuántos trabajadores tienen en cada turno?  
1ro- 160  
2do- 125  
3ro- 10
2. ¿Cuántos trabajadores de limpieza tiene por turno?  
1ro- 4  
2do- 4  
3ro- 2
3. ¿Cuál es el horario de servicio?  
7:00 - 23:00 horas.
4. ¿Cuántos departamentos tiene?  
41 departamentos
5. ¿Cuál es el número de trabajadores que labora en cada departamento?  
Min. 2 Máx. 70 personas
6. ¿Con que frecuencia se realiza la recolección de los residuos en cada departamento?  
4 veces: a las 9:00, 14:00, 17:00 y 22:00 horas.
7. La recolección de sus residuos la realiza el municipio o es servicio privado.  
*Servicio privado*
8. ¿Cuál es la frecuencia del camión que recolecta los residuos totales?  
1 vez/día
9. ¿Conoce la cantidad de residuos que se genera al día, como la determinan: masa, estimado, etc.? *No la conozco*
10. ¿Realizan separación de residuos?  
*Sí*
11. En caso afirmativo, en cuantos tipos.  
*En 3 tipos, orgánico, cartón y playo.*



- 
12. En caso que no realicen, justificar.
13. ¿Cuentan con algún tratamiento para los residuos?  
*No*
14. ¿Tienen algún convenio con sus proveedores de regresar sus embalajes?  
*Sí*
15. ¿Tienen algún convenio con alguna recicladora?  
*Sí, Smurfit Kappa.*
16. En caso afirmativo cual o cuales residuos.  
*Cartón y plástico.*
17. ¿Conoce el sitio de disposición final donde envían los residuos generados?  
*No*



---

---

## **Plan de manejo integral de residuos sólidos para tiendas de servicio. Walmart Taxqueña.**

### **Objetivo:**

- Elaborar un plan de manejo integral de residuos sólidos para tiendas de servicio. Walmart Taxqueña
- Proponer alternativas dirigidas a la optimización de residuos sólidos generados.

La persona responsable en la coordinación de los trabajos del muestreo es Geovaneli López Morfin, quien usará los datos obtenidos para la elaboración de tesis. Con la dirección y asesoría de las profesoras:

Dra. Rina G. Aguirre Saldivar  
M.I. Alejandra Medina Arévalo  
M.I. J. Itzchel Nieto Ruiz  
Ing. Dulce María Cisneros Peralta

Contando con la participación en el muestreo de los siguientes alumnos:

Miriam Hernández Santibañez

Las visitas solicitadas para el desarrollo del plan de manejo integral de residuos sólidos son cuatro, con las siguientes posibles fechas:

05/Abril/2013	Presentación del proyecto y planeación de actividades.
11/Abril/2013	Visita preliminar para el muestreo.
15,16 y 17/Abril/2013	Entrega de bolsas para realizar muestreo de estas.

## Anexo C Resultados del muestreo de bolsas.

Los muestreos se realizaron a tres bolsas de residuos mezclados de los días 15, 16 y 17 de abril de 2013, para analizar la composición y estimar la cuantificación de los residuos generados en la tienda y compararla con los datos presentados en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (INECC/SEMARNAT, 2013).

El muestreo se desarrolló de la siguiente manera:

1. Determinar la masa y el volumen del contenedor a utilizar. Se utilizó un contenedor cilíndrico, por lo que el volumen [v] es:  $v = \pi r^2 h$ , en donde r: es el radio del contenedor y h: la altura.

$$r = 0.29 \text{ m}$$

$$h = 0.86 \text{ m}$$

$$\text{tara} = 15.12 \text{ kg}$$

$$v = \pi(0.29\text{m})^2(0.86\text{m}) = 0.23 \text{ m}^3 = 230.00 \text{ l}$$

2. Se mide la masa de las bolsas de residuos.
3. En este caso se tomaron todos los residuos de la bolsa, se mide la altura para el cálculo del peso volumétrico (figura AC1 y tabla AC1). Si fuera una cantidad mayor de residuos, se homogenizan los residuos, se toma la muestra del contenedor lleno sin compactar los residuos, para determinar el peso volumétrico de acuerdo a la norma NMX-AA-019-1985.

**Figura AC1. Determinación del peso volumétrico de cada bolsa.**





**Tabla AC1. Peso volumétrico de las bolsas.**

Bolsas	Masa [kg]	[m <sup>3</sup> ]	[Kg/m <sup>3</sup> ]
Bolsa #1	3.12	0.09	0.28
Bolsa #2	4.00	0.12	0.48
Bolsa #3	10.10	0.20	2.06

4. Homogenizar los residuos para comenzar la separación (figura AC2).

**Figura AC2. Homogenización de residuos.**



5. Realizar separación de los subproductos (figura AC3), según los lineamientos de la norma NMX-AA-022-1985.

**Figura AC3. Separación de residuos.**



6. Una vez separados los subproductos, pasan para cuantificar la masa (figura AC4).



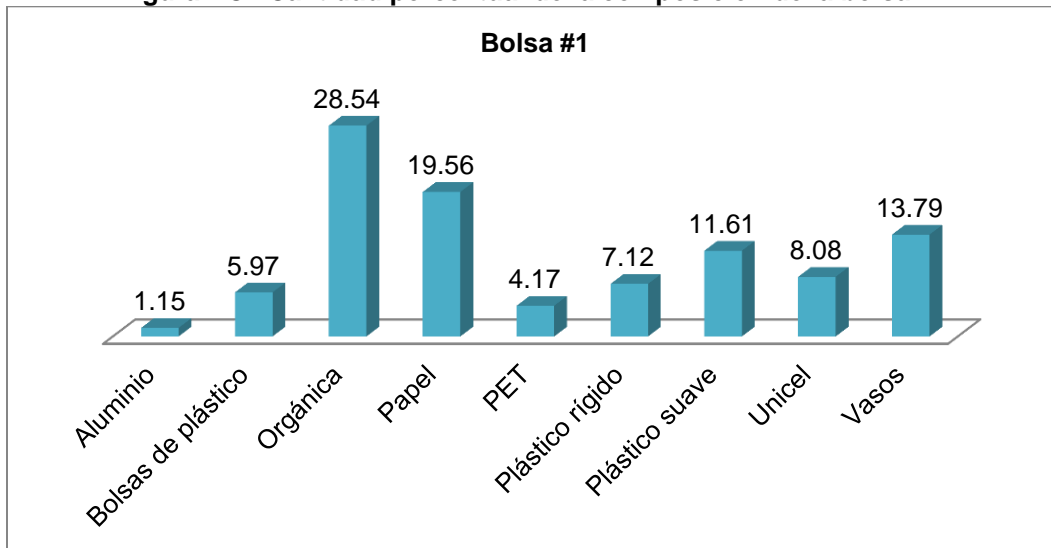
**Figura AC4 Cuantificar la masa de cada tipo de residuo.**



Los resultados de la composición de los residuos de cada bolsa son los siguientes.

Bolsa #1 correspondiente al 15 de abril de 2013 (figura AC1).

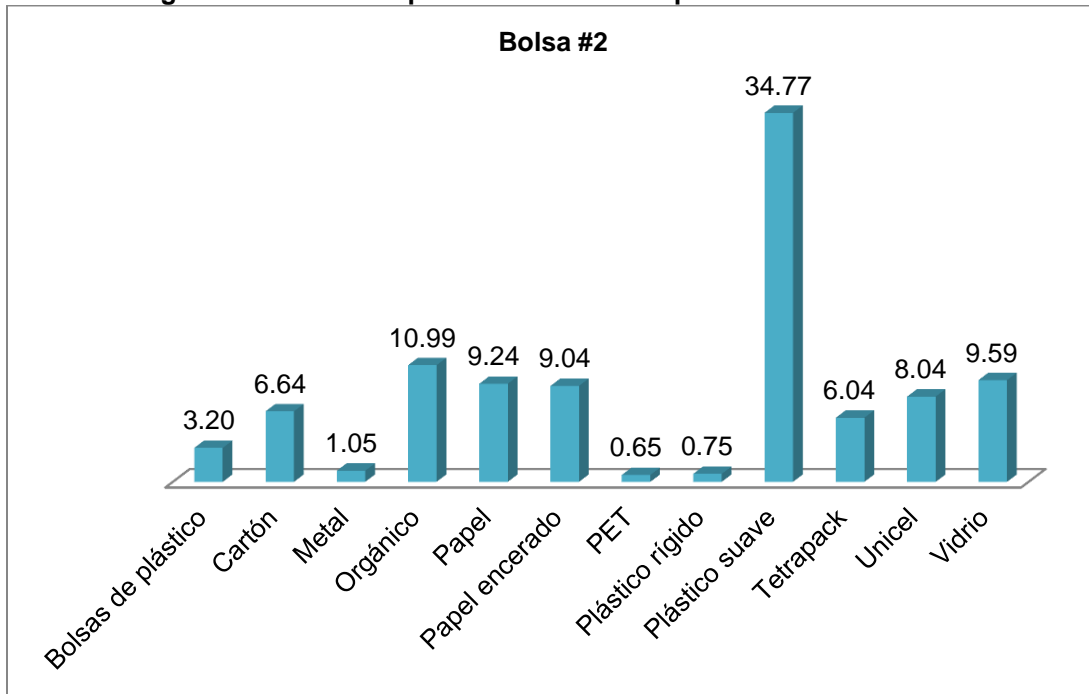
**Figura AC1 Cantidad porcentual de la composición de la bolsa #1.**



Bolsa #2 correspondiente al 16 de abril de 2013 (figura AC2).

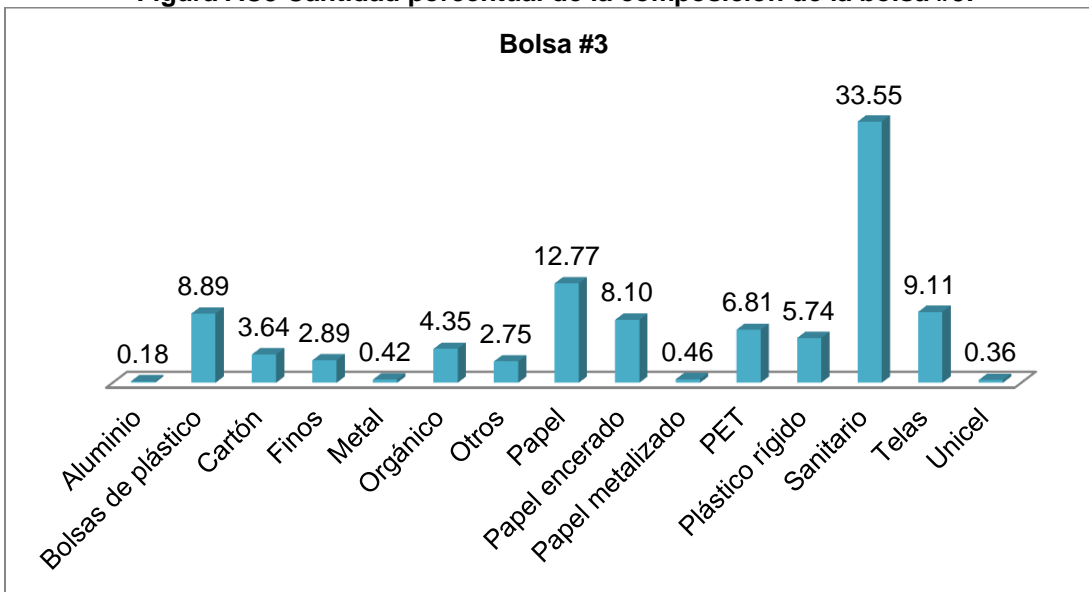


**Figura AC2 Cantidad porcentual de la composición de la bolsa #2.**



Bolsa #2 correspondiente al 16 de abril de 2013 (figura AC3).

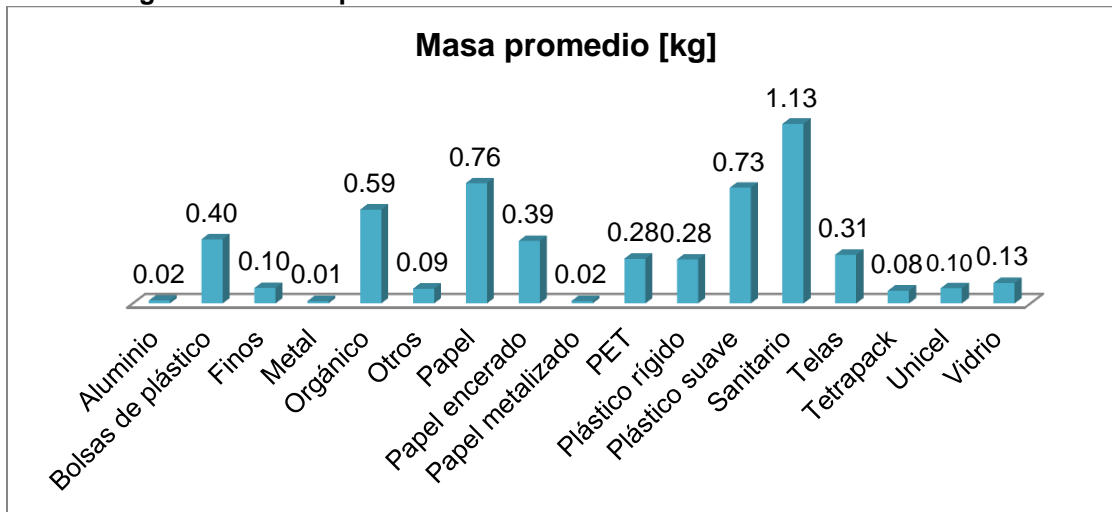
**Figura AC3 Cantidad porcentual de la composición de la bolsa #3.**



El promedio de los residuos (figura AC4) presentes en los muestreos de las bolsas se tomó para la cuantificación de los residuos totales, tomando en cuenta el promedio de generación de bolsas diarias.



Figura AC4 Masa promedio de los residuos en las bolsas muestreadas.



Las bolsas no contienen cartón, playo, sebo ni hueso, estos residuos se separan antes, para considerarlos en las bolsas se tomó la cantidad semanal de cada uno de ellos, se calculó la generación por día y se dividió en la cantidad de bolsas por día. La masa promedio por bolsa considerando el muestreo y la cantidad promedio de los residuos aprovechados es de 15.33 kg/bolsa (tabla AC2).

Tabla AC2. Masa promedio de la bolsa considerando el muestreo y los residuos aprovechados.

Residuo	Kg/semana	kg/día	kg/bolsa
<b>Cartón</b>	7800.00	1400.00	9.06
<b>Playo</b>	520.00	74.29	0.60
<b>Sebo y hueso</b>	220.00	31.43	0.26
<b>Total (residuos aprovechados)</b>			9.92
<b>Masa (Residuos muestreo)</b>			5.41
<b>Total (Residuos muestreo+ aprovechados)</b>			15.33

La generación semanal mostrada en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (INECC/SEMARNAT, 2013) es de 13,774.59 kg/semana, comparando con la generación que se obtiene con el total de bolsas (123) y el masa de cada una de ellas la generación estimada es de 13,197.44 kg/semana. La que representa 95.81% de la estimada en el diagnóstico.

La generación que se obtuvo con las bolsas es similar, pero no se consideró ya que el muestreo únicamente se realizó a (3) bolsas, cada bolsa proviene de diferentes departamentos por lo que su contenido es diferente y no representa todos los residuos que se generan en la tienda.



---

La generación que se aprovecho fue la proveniente del Diagnóstico realizado por SEMARNAT (INECC/SEMARNAT, 2013), donde se realizó el muestreo de todos los residuos generados en la tienda durante el periodo de 7 días, como se establece en las normas oficiales y es el promedio de los resultados del 80% de las tiendas Walmart presentes en el D.F.