



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**ENFOQUE ECONÓMICO DEL MANEJO Y RECICLAJE
DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS,
EN EL DISTRITO FEDERAL, EN LA DÉCADA DE 1990.**

Anotar el nombre del Trabajo

TESIS

Anotar la opción de Titulación

QUE PARA OBTENER EL TITULO

LICENCIADO EN ECONOMÍA

Anotar el Título

GUILLERMO HERNÁNDEZ ROJAS

Nombre del sustentante

Asesor: **LIC. AUGUSTO C. OLGUIN ROMERO**

Fecha: Mes y Año

MARZO - 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MIS PADRES:

Por el ejemplo con el que me han guiado,
el gran sacrificio que han realizado,
por haberme alentado para lograr culminar esta etapa,
para poder enfrentar nuevos retos.

Guillermo Hernández Ferrusca y Gregoria Elvira Rojas Ledesma.

A MIS HERMANOS:

Por ser ellos quienes por voluntad o no pero siempre han estado ahí,
Por que en alguno momento me han alentado para seguir adelante,
Por que en la medida de sus capacidades han aportado algo en mi.

Efrén, Liliana y Erendira Hernández Rojas.

A MIS MADRINAS:

Por que aun con la distancia siempre han estado al pendiente,
Por haber permanecido al tanto de mi desarrollo,
Y por haber tenido la paciencia y el ánimo para no dejarme caer.

Dolores y Alma Chapoy Bonifaz.

A MIS MAESTROS:

Por ser ellos los portadores de conocimiento,
Por compartir conmigo toda su experiencia y acertados consejos,
Por ser un ejemplo de intelecto a seguir.

Augusto Olguin y Raúl Marín.

A MIS AMIGOS:

Por ser estos un elemento muy importante en mi vida,
Por ser ellos el laboratorio de tanto experimentos de formación,
Por permitirme experimentar con ellos lo bueno y lo malo para poder crecer,
Por ser ellos quienes cumplieron con tirarme y levantarme para salir adelante.

*Alejandro Morales, Edgar González, David Avalos,
José Carmen, Judith Jaramillo, Leonardo Guerrero,
Margarita Ramos Padilla, Maricela Escalante y Ricardo Olguin.*

A AQUELLOS QUE:

En su momento fueron Jefes y/o Compañeros de trabajo,
Quienes compartieron conmigo parte de sus conocimientos y experiencias,
Para mi mejor desempeño laboral y fortalecimiento profesional,
Por ser quienes me brindaron su apoyo y confianza.

*Thalía Lagunas Aragón, Reyna Basilio Ortíz, Luis Miguel Buendía,
Angel Larios, Javier Muñoz, Alma Moreno, Antonio Flores*

ENFOQUE ECONÓMICO DEL MANEJO Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, EN EL DISTRITO FEDERAL, EN LA DÉCADA DE 1990.

INTRODUCCIÓN.....	1
1. JUSTIFICACIÓN.....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3. MARCO TEÓRICO.....	9
CAPITULO I PERFIL DEL ÁREA GEOGRÁFICA DE ESTUDIO.....	16
1. ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM).....	16
A. Aspectos sociales.....	18
B. Población por delegación en el Distrito Federal.....	19
C. Población en el Estado de México.....	20
D. Educación (nivel cultural).....	21
2. GENERACIÓN DE BASURA (RESIDUOS SÓLIDOS).....	22
3. FLUJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	25
A. Generación.....	29
B. Almacenamiento.....	29
C. Barrido.....	29
D. Recolección.....	30
E. Transporte.....	30
F. Transferencia.....	31
G. Tratamiento.....	32
H. Disposición Final.....	33
4. ACCIONES EFECTUADAS POR EL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.....	33
A. Dependencias relacionadas con el manejo de los residuos sólidos.....	34
B. Gasto ejercido por GDF para el manejo de los residuos sólidos.....	37
C. Programa piloto de recolección especializada.....	39
CAPITULO II RESIDUOS SÓLIDOS (BASURA).....	42
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	43
2. PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	45
A. Los Pepenadores.....	46
B. Reciclaje.....	50
C. Plantas de Selección (P/S).....	51
3. TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	56
A. Compostaje.....	57
B. Incineración.....	58

C. <i>Disposición Final (rellenos sanitarios)</i>	59
4. ASPECTOS DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN OTROS PAÍSES.....	64
A. <i>Estados Unidos</i>	69
B. <i>Alemania</i>	70
C. <i>España</i>	70
D. <i>Otras Naciones Europeas</i>	72
E. <i>Naciones Asiáticas</i>	73
F. <i>Cooperación internacional multilateral</i>	74
CAPITULO III RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RECICLAJE.....	76
1. COMPOSTA Y OTROS.....	80
2. PAPELES Y CARTONES.....	81
3. METALES (CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN).....	83
A. <i>Aluminio</i>	85
4. VIDRIO (CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN).....	88
5. PRODUCTOS Y ARTÍCULOS SINTÉTICOS (PLÁSTICO, HULE Y OTROS).....	92
A. <i>Neumáticos (llantas)</i>	98
6. OTROS DESECHOS.....	101
A. <i>Desechos Sanitarios (pañales y toallas sanitarias)</i>	101
B. <i>Envases de tetrapack</i>	101
C. <i>Pilas eléctricas</i>	102
D. <i>De Manejo Riesgoso</i>	103
7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y SUS CONSUMIDORES.....	106
A. <i>Magnitud de mercado</i>	107
B. <i>Pronóstico de demanda del GDF</i>	108
CAPITULO IV PROYECTO SOCIO-ECONÓMICO.....	110
1. SISTEMA INSTITUCIONAL, ORGANIZATIVO Y FINANCIERO.....	113
2. FACTIBILIDAD FINANCIERA.....	117
A. <i>Evaluación Costo-Beneficio</i>	120
3. FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	122
A. <i>Aspectos normativos</i>	123
4. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	130
A. <i>Ocupación de mano de obra</i>	133
B. <i>Etapas de la recolección de los residuos sólidos</i>	135
5. PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN.....	138
A. <i>Contratación del servicio</i>	141
B. <i>Concesión del servicio</i>	142
6. ARGUMENTOS GENERALES SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS.....	143
A. <i>Métodos para el tratamiento de los Residuos Sólidos</i>	144
B. <i>Aspectos Sociales</i>	145
C. <i>Beneficios del proyecto</i>	146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	149

ANEXOS..... 156

BIBLIOGRAFÍA..... 170

LIBROS 170
TESIS..... 175
REVISTAS Y PERIÓDICOS. 176
INTERNET..... 176

ENFOQUE ECONÓMICO DEL MANEJO Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, EN EL DISTRITO FEDERAL, EN LA DÉCADA DE 1990.

INTRODUCCIÓN.

“La *historia* es el testigo de los tiempos, la antorcha de la verdad, la vida de la memoria, el maestro de la vida, el mensajero de la antigüedad”.
CICERÓN.

El problema de los residuos sólidos comenzó a manifestarse realmente cuando el hombre dejó de ser nómada y se estableció en lugares fijos formando aldeas. En la búsqueda de mejores posibilidades económicas, la población se estableció en torno a esas comunidades. Tales zonas (a veces densamente pobladas), comenzaron a generar enormes cantidades de basura.

Derivado del crecimiento de la población y por consiguiente de los procesos de industrialización y urbanización, se comenzaron a explotar los recursos naturales de forma intensiva e indiscriminada, se han extraído materias primas para elaborar múltiples productos, generar energía, y con los residuos derivados de la producción se contaminaron los ríos, las tierras, las aguas y la atmósfera, esto demuestra que no sólo las industrias han sido culpables de la contaminación¹ ambiental².

De esta manera los residuos sólidos, son el resultado de las actividades que ha desarrollado la humanidad desde sus primeras manifestaciones en sociedad. Su generación

¹ Contaminación es: la liberación de sustancias que de manera directa o indirecta, causan efectos adversos sobre el medio ambiente y los seres vivos. Es la existencia en el ambiente de contaminantes o agentes tóxicos o infecciosos que entorpecen o perjudican la vida, la salud y el bienestar del hombre, la fauna y la flora; que degradan la calidad del ambiente y en general, el equilibrio ecológico y los bienes particulares y públicos. Carlos Sabino, *Diccionario de Economía y Finanzas*, Ed. Panapo, Caracas, 1991.

² Contaminación Ambiental es: el agregado de materiales y energías residuales al entorno que provocan directa o indirectamente una pérdida reversible o irreversible de la condición normal de los ecosistemas y de sus componentes en general, traducida en consecuencias sanitarias, estéticas, recreacionales, económicas y ecológicas negativas e indeseables. *Ibidem*.

ha ido creciendo debido al aumento de la población y al consumo de un número cada vez mayor de productos, así como al desarrollo industrial que genera también gran cantidad de desechos sólidos.

Por lo que hace a México, en la mayoría de las localidades del país los desperdicios sólidos son depositados en tiraderos a cielo abierto, lo que ocasiona por un lado, alteraciones irreversibles en el sistema ecológico, y, por el otro, no existe un aprovechamiento correcto de los productos contenidos en ellos.³

La basura⁴ empezó a tratarse como un “*problema*” a partir de la cuarta década del siglo XX, esto es durante la Segunda Guerra Mundial; pero después cuando se inició la llamada “época del consumismo de lo desechable”, el concepto de la basura como problema, se consideró absurdo.

Desde 1950, grupos y organizaciones ecologistas, empezaron a alertar sobre el deterioro de la salud del planeta y a partir de allí, particularmente en los años 70's, se generaron importantes movimientos de concientización sobre los riesgos presentes y futuros, causados por la acumulación de basura por lo que se pusieron de moda palabras como: reducir,⁵ reutilizar⁶ y reciclar;⁷ con esto el reciclaje se considera no sólo como un factor social y ambiental, sino fundamentalmente económico. Esas agrupaciones han ideado formas de reutilizar los desperdicios y/o desechos que se generan, así como intentado reducir pérdidas, en los procesos económicos. Reciclar y recuperar son conceptos de gran significación en las ciudades de mayor concentración poblacional en las postrimerías del siglo XX, los anteriores conceptos pretenden satisfacer también, una necesidad ambiental, al mejorar la calidad de vida del ser humano. “La contaminación es en realidad, un subproducto de la industrialización, la cual no se puede evitar ya que no existen procesos 100% “limpios”, es

³ Departamento del Distrito Federal, Gaceta Mexicana de Administración Estatal y Municipal, *Manejo de los desechos sólidos: El caso del DF*, México, enero-junio 1988, p. 9.

⁴ Al respecto entiéndase como basura “todo tipo de desperdicio biodegradable y no degradable que al mezclarse entre sí se descompone, causando graves problemas de contaminación y mal olor al entorno, y al mismo tiempo son desechos de cualquier naturaleza, que pueden ser originados en industrias, comercios, vías públicas, domicilios y cualquier establecimiento en general”.

⁵ Reducir es: evitar todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario. [//pp.terra.com.mx/~asilva/yecol.htm](http://pp.terra.com.mx/~asilva/yecol.htm)

⁶ Reutilizar es: volver a usar un producto o material varias veces sin tratamiento. Darle la máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos. *Ibidem*.

⁷ Reciclar es: utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales. *Ibidem*.

decir, que su contaminación sea cero”.⁸ A mayores desechos menores recursos naturales disponibles.

Existe en los residuos sólidos una variada gama de sustancias químicas que al entrar en contacto con el medio ambiente pueden contaminar de la siguiente forma: *Aire*, al ser quemados los residuos, los componentes químicos que contienen quedan en el aire en forma de partículas, ocasionando un deterioro de la calidad del aire. Pueden, asimismo, desprenderse gases, que son aspirados por los habitantes, ocasionándoles enfermedades respiratorias; *Agua*, los residuos al ser depositados en el suelo o subsuelo se filtran por medio del agua, contaminando los mantos freáticos subterráneos; *Suelo*, al entrar en contacto con el suelo, los componentes químicos de los residuos pueden llegar a afectar las plantas y animales, contaminando los alimentos. En muchas ocasiones, los residuos son asimilados directamente por los animales, lo que les provoca enfermedades y, por lo tanto, afectan de manera indirecta la salud del hombre.

Los residuos sólidos⁹ (RS) se pueden clasificar de acuerdo a su fuente generadora o productora en: *Residuo sólido domiciliario*: siendo el que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas; dentro de estos se encuentran los *residuos voluminosos* los cuales por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos y/o transportados por los servicios de recolección convencional. *Residuo sólido comercial*: es aquel que se genera en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado. *Residuo sólido institucional*: aquel que es generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas y terrestres, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otros. *Residuo sólido industrial*: aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción. *Residuo sólido hospitalario*: son aquellos que se generan en establecimientos como hospitales, clínicas, centros de salud, laboratorios clínicos y veterinarios. *Residuos industriales asimilables a urbanos*: son

⁸ Oropeza Monterrubio Rafael, *Peligro contaminación*, p. 106.

⁹ El Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, en su artículo 3°, fracción IV, define como residuo sólido “El material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control y tratamiento de cualquier producto, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; que no esté considerado como residuo peligroso de acuerdo a la normatividad emitida oficialmente por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y que provenga de actividades que se desarrollen en domicilios, mercados, establecimientos mercantiles, industriales, vías públicas y áreas comunes”.

aquellos generados por pequeñas industrias y talleres que por su mínima cuantía, el ámbito urbano de su lugar de producción y su baja toxicidad, se asimilan y gestionan junto con los urbanos. *Residuos de construcciones y demolición*: proceden de obras, reparaciones y otros trabajos de poca importancia, pero bastante frecuentes; principalmente están compuestos por ladrillos, madera, cerámica sanitaria etc., cuyo peso porcentual varía de acuerdo a la fuente generadora, la zona geográfica, el nivel socioeconómico y la época del año.

Los residuos sólidos se clasifican de acuerdo con sus *características* en: **Orgánicos**¹⁰: es el caso de las verduras, las cáscaras de fruta o huevos, los huesos de la carne y el pollo y las espinas de pescado, restos de comida, etc. **No orgánicos**¹¹: hojas de papel, empaques de plástico, cartón, aluminio o lata, contenedores plásticos o metálicos, bolsas de plástico o papel, etc. **Con características especiales**¹²: deben separarse de la corriente de residuos debido a su peligrosidad tanto para la salud humana como para los ecosistemas en general, y disponerse finalmente en rellenos de alta seguridad, incinerarse, o tratarse de forma previa a su enterramiento en un relleno para residuos no peligrosos.

Este último grupo a su vez se clasifica en: **patógeno** y es aquel que puede ser reservorio o vehículo de infección (jeringas, curitas, papel higiénico, toallas higiénicas); **tóxico** es aquel que por sus características físicas y/o químicas, y dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño a los seres vivos y aún la muerte, o provocar contaminación ambiental (pilas y baterías, químicos); **combustible** siendo aquel que arde en presencia de oxígeno, por acción de una chispa o cualquiera otra fuente de ignición (tiner, gasolina); **inflamable** aquel que puede arder espontáneamente en condiciones normales (pegamentos, grasas y aceites); **explosivo** aquel que genera grandes presiones al darse altas temperaturas o agitación excesiva (aerosoles, tanques de gas); **radioactivo** aquel que emite radiaciones electromagnéticas en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo (residuos de laboratorios médicos, clínicas y hospitales) y **volatilizable** aquel que por su presión de vapor, a temperatura ambiente se evapora o volatiliza (algunos reactivos químicos).

¹⁰ Este tipo de residuos representan la materia prima para el establecimiento de un programa de compostaje, por lo que idealmente deberían separarse del resto de materiales de desecho.

¹¹ Son conocidos normalmente como residuos sólidos reciclables, y constituyen el objetivo principal de separación en la fuente y comercialización con fines de reciclaje.

¹² En casi la totalidad de los casos no son objeto de reciclaje, pero se dan casos especiales como el de algunos materiales de valor contenidos en el residuo y que pueden ser recuperados para reutilizarse, como sucede con las baterías de níquel, cadmio o plomo.

1. Justificación.

Se ha escogido este tema porque: involucra toda la gestión municipal, modifica conductas de todos los actores locales, genera ingresos para las administraciones gubernamentales y sobre todo, mejora las condiciones ambientales del entorno.

Una de las metas que propone la protección ambiental comprende todas las acciones que tienden a mitigar el impacto negativo de los procesos productivos que en la situación actual incluyen: solución, tratamiento y prevención; en tanto que como una precaución para el futuro, contemplan: prevención, tratamiento y remedio.

El pensar que la basura es un negocio, para muchas personas parece como algo insólito, sin embargo en la realidad; es uno de los más redituables que puede haber por los beneficios que genera. En la actualidad esta actividad en su mayoría, se desarrolla en la economía informal, lo que provocando una importante fuga de ingresos al gobierno por los impuestos que deja de percibir, de quienes se dedican a esta actividad.

En algunos lugares este problema es *menor* ya que la basura se entierra en algún tiradero sin embargo en otros sitios se ha convertido en un problema crítico a causa de la falta de espacios para ubicar tiraderos, incineradores y sobre todo al creciente costo para deshacerse de ella.

En el año 2000, sólo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), convivió y desarrolló sus actividades cotidianas, cerca del 20% de la población total del país. Así, en las 16 delegaciones del Distrito Federal habitaban alrededor de 8.6 millones de personas,¹³ las cuales generaban diariamente cerca de 12,000 toneladas de basura, mismas que requirieron de “un sitio”, para ser depositadas.¹⁴

¹³ INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, Resultados Preliminares.

¹⁴ Secretaría de Obras y Servicios del GDF, *Programa de Separación de Residuos Sólidos*, Informe de Actividades, México, 1998.

El Gobierno de la Ciudad proporciona el servicio de limpia, a través de dos ámbitos de atención: por un lado *las Delegaciones Políticas* son las responsables de las actividades de barrido manual y mecánico de las calles y avenidas, de la recolección domiciliaria y del transporte de los residuos recolectados hacia las estaciones de transferencia; mientras que *la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU)* se encarga de la operación y mantenimiento de las estaciones de transferencia, de las plantas de selección y aprovechamiento de residuos sólidos, la puesta en marcha de métodos de tratamiento, de la construcción y operación de los sitios de disposición final, de la limpieza de la red vial primaria de la ciudad, del mantenimiento de áreas verdes, así como de la promoción de campañas de separación y aprovechamiento de los residuos sólidos.¹⁵

El intento para reducir tal cantidad de basura es considerada por el Gobierno del Distrito Federal (GDF) como un asunto de suma importancia y ha construido para ello, Plantas de Selección¹⁶ (P/S) en tres puntos. Con relación al centro de la Ciudad, se sitúan al norte en San Juan de Aragón, al poniente en Bordo Poniente y al oriente en Santa Catarina; además se están aplicando programas de recolección separada de residuos, como el que lleva a cabo la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) en algunos Centros de Desarrollo Infantil (CENDI), en oficinas del GDF y, en algunas Unidades Habitacionales.

La diferencia entre basura y residuos sólidos, consiste en que *la basura* se genera al mezclar todos los desechos, no permitiendo que puedan ser reutilizados o reciclados con facilidad, en cambio *los residuos sólidos* son todos aquellos desechos que han sido perfectamente separados para evitar que se lleguen a contaminar o descomponer y así sean reutilizables o reciclables¹⁷.

Por lo tanto la finalidad del presente trabajo es resaltar que los Residuos Sólidos Domésticos, sin la colaboración de sus generadores (ciudadanía, empresarios y gobierno); los procesadores, no podrán evitar que con el correr del tiempo y el incremento de la población afloren toda una serie de problemas de salud, urbanísticos, económicos y ambientales; se pretende también presentar algunas ideas y planteamientos sobre las diferentes opciones que existen para mejorar la prestación del servicio de recolección de

¹⁵ Gaceta Mexicana de Administración Estatal y Municipal, *op. cit.*, Actualizada, 2000, p. 1.

¹⁶ Las Plantas de Selección son: un conjunto de instalaciones cuyo objetivo primordial es la recuperación de materiales diversos reutilizables procedentes de los residuos sólidos recolectados.

¹⁷ Secretaría de Desarrollo Social, *Manual para la separación de la basura*, México, p. 2.

dichos residuos, las cuales podrían ser consideradas por las autoridades Delegacionales y Municipales, y donde todos nosotros podemos ser parte de la solución, aprendiendo a separar, reducir, reusar y sobre todo, a reciclar materiales en casa y en el trabajo.

2. Planteamiento del problema.

La basura, es un asunto antiguo y mundial, que se ha acrecentado conforme ha evolucionado la humanidad; hasta convertirse en un problema gigantesco a partir de la revolución industrial, cuando se empezaron a producir desperdicios de lenta degradación. Esto hace que el problema de la basura sea complejo, puesto que resulta de una cadena que inicia en la elaboración de productos que generan desperdicios duraderos –la cultura del consumo– que son producidos en un mayor volumen, lo que trae consigo riesgos y daños al medio ambiente y a la población.

Es claro que la basura nunca dejará de estar presente en nuestra vidas, por tal motivo, es urgente dar una solución a los problemas que esto ya representa: *en primer lugar*, por la saturación de los rellenos sanitarios, que hará que no haya en donde depositar los desechos, creando grandes problemas y presiones a las autoridades encargadas de manejarlos y deshacerse de ellas; *en segundo*, el aumento de la población incrementa también las necesidades de consumo, lo que genera escasez de los recursos no renovables, y por consiguiente un encarecimiento de éstos y de los productos elaborados con ellos.

Dado lo anterior se pretende estudiar durante la década de 1990 como el sujeto principal el territorio del Distrito Federal, así este trabajo propone:

- La creación o en su caso, la reorientación de la “cultura del reciclaje”;
- Clasificar los residuos desde la fuente de origen;
- El aprovechamiento de los residuos con tecnologías especiales;
- Disminución del volumen de residuos que hay que confinar;
- Ahorro y conservación de recursos materiales y naturales netos;¹⁸ y
- Protección al medio ambiente.

¹⁸ Se consideran netos porque todavía son muy abundantes en la naturaleza.

La industrialización ha provocado un cambio en el medio ambiente que ha afectado a casi todos (sino es que a todos) los seres vivos, y particularmente, a la especie humana, ya que las industrias al comenzar a explotar los recursos naturales de forma intensiva e indiscriminada, extraen materias primas para elaborar sus productos, generar energía, etc., y con los desechos derivados de la extracción y la producción, puede decirse que se inicia la contaminación.

La composición de los residuos sólidos es heterogénea y está integrada por materiales con características físico-químicas que varían en tamaño, volumen y propiedades, por lo que pensar que solamente una tecnología pueda sostener el adecuado tratamiento de los residuos, sería difícil. Se requiere por lo tanto de una estrategia que integre los diferentes procesos para el aprovechamiento de estos materiales.

Los residuos sólidos domésticos desde la fuente donde se generan, pueden clasificarse o separarse en tres grandes rubros: *materia orgánica* (desechos de alimentos y desperdicios de jardines), *elementos reciclables sólidos* (vidrio, cartón, plástico, fierro, aluminio, residuos de construcción y otros) y *residuos sanitarios* (pañales y toallas femeninas, entre otros, incluyendo los desechos hospitalarios como: jeringas, gasas, vendas, etc.).

El medio ambiente ha sido por mucho tiempo ignorado en las cuentas convencionales del proceso económico y la tierra ha sido considerada como un depósito ilimitado de basura. Los costos asociados a la protección ambiental actualmente deben de ser considerados como una inversión y no un gasto. El beneficio se calcula como la disminución del riesgo (que se soluciona) o de las unidades de contaminante¹⁹ (que ya no se emite), por cada unidad monetaria invertida.

El enfoque costo-beneficio supone que se deben considerar tanto los beneficios como los costos de los programas y políticas ambientales. Esto a menudo, coloca a los estudios de costo-beneficio en el centro de las controversias políticas sobre muchos asuntos ambientales.

Una de las fallas centrales en el combate a la contaminación es la ausencia de políticas o el mal manejo ambiental, por ello desde el ámbito económico se deben estudiar los temas específicos a su disciplina, lo cual puede coadyuvar primero a su comprensión y después a superar esa crisis. Si bien parte de la solución estriba en frenar el crecimiento económico desordenado, lo más importante consiste en el diseño de estrategias sobre el cómo crecer, más que en el cuánto crecer.²⁰

3. Marco Teórico.

En la década de 1850 en Francia, *Jules Dupuint* descubrió cómo usar la teoría de la demanda para calcular el valor de los puentes ferroviarios. Su trabajo fue el precursor de lo que hoy se llama el **Análisis de Costo Beneficio**.²¹

La medición del excedente del consumidor es un elemento clave del análisis costo-beneficio, la técnica formal con la cual los beneficios de un proyecto público se ponderan contra sus costos.²²

El análisis costo-beneficio es una estimación de los beneficios y costos de una política así como una comparación de ambos. Una prueba costo-beneficio es la exigencia de que los beneficios de una política sean, como mínimo, tan grandes como los costos.²³

El análisis de costo-beneficio sirve como marco conceptual para la evaluación de proyectos de inversión, públicos o privados, que se utiliza a veces también como criterio para la selección entre alternativas en muy diversas situaciones. La diferencia con los análisis financieros corrientes, más simples, es que en el análisis de costo-beneficio se toman en cuenta todas las ganancias y beneficios involucrados en el proyecto: un beneficio es cualquier ganancia de utilidad, bajo cualquier forma que se presente, y un costo es toda

¹⁹ Contaminante es: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna u otro elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural. García Páez Benjamín, *Economía Ambiental*, UNAM, México, p. 35.

²⁰ *Ibidem*. p. 12.

²¹ Michael Parkin, Addison-Wesley, *Microeconomía*, Edición Especial en Español, Iberoamericana, 1995, p. 92.

²² Karl E. Case, *Principios de Microeconomía*, Cuarta Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997, p. 152.

²³ Paul y Ronald Wonnacott, *Economía*, Segunda Edición, McGraw-Hill, 1986, p. 642.

pérdida de utilidad derivable del proyecto, medida en términos de sus costos de oportunidad. Ello implica considerar, por lo tanto, todas las externalidades²⁴ que produce la acción que se está considerando: cambios en el medio ambiente, efectos colaterales sobre otros proyectos, etc.

En la práctica es bastante difícil, si no imposible, cuantificar adecuadamente todas estas magnitudes, por lo que el análisis costo-beneficio se limita, concretamente, al cálculo de los costos y beneficios que es posible determinar con cierta precisión. Ello es así, especialmente, cuando se hacen análisis de costo-beneficio de proyectos privados, en donde lo que interesa es determinar primordialmente la tasa de retorno de una inversión.

En la economía ambiental se cuenta con diversos tipos de análisis, entre ellos el de *costo-efectividad*, que estudia cual es la manera más económica de lograr un objetivo determinado de calidad ambiental, o dicho de otra manera, de lograr la meta máxima de cierto objetivo relativo al ambiente con un gasto determinado de recursos. Por ejemplo, en una propuesta de construcción de un incinerador de basura se compararían los costos de construcción y operación del mismo –incluyendo tanto el costo de eliminación de las cenizas como el de las posibles emanaciones arrojadas al aire– con los beneficios que reportaría en cuanto a la reducción del uso de terrenos de relleno para los desechos sólidos.

El análisis costo-beneficio y el análisis costo-efectividad no son alternativos sino complementarios. El primero puede utilizarse para decidir si una medida legislativa de mejora ambiental es socialmente apropiada, y el segundo para obtener beneficios fiscales una vez

²⁴ Las externalidades, también conocidas como efectos externos, economías externas y utilidades (o desutilidades) externas, son efectos económicos colaterales de las acciones de unas personas sobre otras que no se expresan en un precio, es decir, que son externos al mercado. Si una empresa contamina el ambiente, arrojando residuos a un río, por ejemplo, su actividad produce entonces una externalidad negativa sobre quienes habitan cerca del mismo o utilizan sus aguas para pescar; si una persona coloca una obra de arte en su jardín, a la vista de todos los que pasen por la calle, produce entonces en los transeúntes una externalidad de signo positivo, pues estos podrán disfrutar del bien sin haber tenido que pagar por ello.

Las externalidades surgen en los casos donde no existe un mercado para el intercambio de bienes o servicios: si existieran derechos de propiedad definidos sobre el río del ejemplo anterior, la empresa contaminante se vería en la obligación de pagar a su dueño una cantidad determinada por el uso de sus aguas como vertedero. Pero, dado que no existen derechos de propiedad sobre una gran cantidad de bienes y no se genera un mercado alrededor de ellos se producen entonces efectos externos al mercado que no son compensados por intercambios mercantiles. En este sentido el tratamiento económico de la externalidad se aproxima, por lo tanto, al de los bienes públicos. Carlos Sabino, *op. cit.*

establecido el nivel de calidad que debe cumplirse, minimizando el costo, o maximizando la reducción de la contaminación con el mismo gasto.²⁵

El hecho de que los causantes de la contaminación confíen en que buena parte de los costos del daño que originan es soportada por otros, hace que actúen irresponsablemente, sabiendo que no tienen que padecer las consecuencias de sus actos, ni tienen que cubrir la reparación de los daños causados a terceros.²⁶ La posición tradicional, basada en la antigua premisa de que el medio ambiente es *infinito y gratis* para todos (la cual no es válida en las sociedades sobrepobladas), ha sido que el contaminador no pague el costo del deterioro en la calidad ambiental que su actividad causa, haciendo de dicho costo una *deseconomía externa*²⁷ que cuesta a toda, o a parte de la comunidad a la que pertenece.²⁸

Por externalidad se entiende un costo o un beneficio social que no es tomado en cuenta por los participantes de una transacción. El costo social que se genera al contaminar el medio ambiente (por ejemplo al quemar carbón u otro combustible para generar electricidad) es un típico ejemplo de *externalidades negativas* creadas por actividades antropogénicas.²⁹ La calidad ambiental es un recurso que va siendo cada vez más escaso, a

²⁵ Perelló Sivera Juan, *op. cit.*, p. 132.

²⁶ Esto es lo que se conoce como externalidad. Perelló Sivera Juan, *op. cit.*, p. 72.

²⁷ “Una *economía externa* se define como el efecto favorable producido sobre terceros por la actuación de otra persona o empresas; el efecto consiste en desplazar la curva de costos o la utilidad de la persona beneficiada, y es importante distinguir entre ese desplazamiento de origen externo y los movimientos internos a lo largo de la curva de costos o de utilidad del sujeto favorecido.

La *deseconomía externa* se define de manera análoga, salvo que *se refiere a los perjuicios* de origen externo o causados por terceros. Ejemplos de *deseconomía externa* serían la intromisión de pescadores foráneos en aguas de pesca limitada, lo cual desplazaría hacia arriba las curvas de costos de los demás botes; o la apertura de un pozo de petróleo en las cercanías de otro ajeno, que vería disminuida su producción”. Paul A. Samuelson, *op. cit.* pp. 521-522.

²⁸ García Páez Benjamín, *op. cit.* p. 68.

²⁹ Antropogénicas del griego antropos: hombre y génesis: generado. Las analogías antropogénicas se remontan a los tiempos de los primeros objetos elaborados por el hombre, sin referirse a los objetos naturales retocados en su forma como piedras, madera o hueso, sino a aquellos que se obtuvieron por un cambio de estructura deliberado, a través de una aplicación de energía no mecánica, como el vidrio, la cerámica, el cemento o el metal. Según Mc Kinley (1989) las analogías son aquellas que permiten la validación de modelos conceptuales y matemáticos, en una o más de sus propiedades intrínsecas.

El estudio de las analogías obliga a pensar en modelos simplificados con el objeto de comprender mejor los fenómenos que se producen realmente en la naturaleza y así identificar los parámetros dominantes correctos en la evolución a largo tiempo de un depósito de residuos evaluando mejor el grado de incertidumbre inherente a la complejidad de los sistemas naturales e ingenieriles.

lo que contribuye que los daños por contaminación no se cobren directamente a los responsables de causarla.³⁰

Por ejemplo en el pasado cuando el hombre aun no modificaba la estructura natural de los recursos tomados de la naturaleza, estos eran desechados sin control sin representar un peligro al medio ambiente pues la naturaleza los reincorporaba al ciclo del cual habían sido extraídos, pero a partir de que la humanidad ha modificado la estructura molecular de los recursos naturales, y los cuales después de ser usados son desechados sin ningún control, es a partir de ese momento en que se pone en riesgo el medio ambiente, ya que esos desechos no son absorbidos fácilmente por la naturaleza, lo que provoca deterioros en el medio ambiente. Provocando de esta manera una externalidad negativa³¹ a la naturaleza, la cual con el tiempo se ha de revertir a los seres humanos expresada en una carencia de recursos.

La existencia de tales externalidades implica una transferencia negativa que el receptor asume involuntariamente (las externalidades no son tanto *fallos de mercado*³², como se suele decir en economía ortodoxa, sino deplorables éxitos en la transferencia de costos y efectos negativos a otras personas, a los no-nacidos, o a otras especies) y cuya cuantía está determinada por el bienestar perdido. Las formas que reviste son múltiples: molestias primero, más tarde enfermedades, y por último el costo de las medidas necesarias para protegerse del impacto ambiental y poder vivir en un ambiente sano, como el cambio a otra vivienda.

Los expertos en la gestión de los residuos deben tomar las analogías naturales y las antropogénicas como un “ejercicio mental”. Tulio A. Palacios, Edgardo D. Cabanillas, Carlos Semino, Luis R., González, *Estudio de materiales para contener residuos radiactivos de larga vida en base a analogías antropogénicas*. www.cnea.gov.ar/las-ans/pdf/

³⁰ García Páez Benjamín, *op. cit.* p. 16.

³¹ Se dice que existen externalidades negativas asociadas a una actividad productiva (por ejemplo, procesos de extracción y transformación de materiales para generar bienes de consumo), cuando esta implica la explotación y consumo no sustentables de recursos y de energía, así como la generación de emisiones contaminantes al aire, descargas de aguas residuales y residuos sólidos (clasificados o no como peligrosos).

³² Falla del Mercado. Concepto que sirve para designar las situaciones en que el mercado no alcanza a proveer ciertos bienes o lo hace de un modo imperfecto. Las fallas del mercado derivan generalmente de algunas características de los bienes públicos, como la no exclusión, y han sido utilizadas como argumento para promover nacionalizaciones o defender un amplio sector público de la economía. Para explicar las ineficiencias que se producen cuando el Estado asume la provisión de bienes y servicios se ha acuñado también otro concepto,

La sociedad en su conjunto pierde recursos y bienestar por la existencia de externalidades, presentándose aquí lo que en economía se conoce como la hipótesis de la utilidad decreciente, partiendo de que las clases sociales más desfavorecidas son las que soportan más transferencias negativas. Conforme a esta teoría la utilidad de la primera unidad de algo con valor propio –como la calidad ambiental– es mayor que la segunda, la segunda mayor que la tercera y así sucesivamente, por lo que debido a que las mayores externalidades relacionadas con la contaminación son causadas por las capas sociales con más recursos económicos, las clases sociales más desfavorecidas económicamente son las que tienen que soportar más transferencias negativas. De ser cierta la hipótesis de la utilidad decreciente, la distribución derivada de las externalidades disminuiría la utilidad nacional media de un PNB³³ dado.³⁴

El enfoque de costo-beneficio del control de la contaminación nos obliga a estimar las magnitudes relativas de los costos del daño y los costos del control. Es probable que la estimación de los costos del daño resulte más difícil, a pesar de lo cual ha recibido una atención desproporcionado por parte de los investigadores. En consecuencia, con frecuencia se desconocen los costos del control de la contaminación, aparentemente más "concretos".³⁵

El análisis costo-beneficio puede considerarse como la principal herramienta analítica de los economistas (y principalmente para los eruditos de la economía ambiental³⁶) para evaluar la política ambiental. En este análisis, los costos y los beneficios de una determinada política ambiental se miden y se expresan en términos comparables: en unidades monetarias.

el de falla del sector público (public failure), que está siendo tomado en cuenta cada vez más por los economistas. Carlos Sabino, *Diccionario de Economía y Finanzas*,

³³ El PNB es: el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos por los residentes permanentes de un país durante un determinado periodo de tiempo (valor total de producción que poseen los residentes de un país).

³⁴ Juan Perelló Sivera, *op. cit.* p. 78.

³⁵ D. W. Pearce, *Economía Ambiental*, Fondo de Cultura Económica, 1985. p. 176.

³⁶ La economía ambiental es la disciplina encargada de investigar qué tan irreversibles han sido los cambios que el hombre ha ocasionado sobre la tierra y el medio ambiente en el incesante consumo de recursos naturales que realiza, es una rama nueva de la ciencia económica que ha sido enriquecida desde el siglo XIX con aportaciones teóricas de destacados economistas. Trabajos pioneros como los de Jevon (1886), Gray (1914), Hotelling (1931),

En la política ambiental se utiliza el análisis costo-beneficio para la toma de decisiones públicas, se decide la conveniencia de una determinada política ambiental, o se facilita la selección de una entre varias. Dicho análisis es muy útil para la regulación ambiental, al expresar en términos comparables las ventajas e inconvenientes de una o varias opciones ambientales. Asimismo es utilizado tanto por quienes se interesan más por los costos de una medida ambiental (los que deben soportarlos), como por quienes les preocupa más los beneficios que se deriven de la misma (los que abogan por ella).

El trabajo del político consiste en comprometerse o buscar ventajas para mejorar las condiciones de vida de la población y la función del científico consiste en suministrar la mejor información que pueda para el mismo fin. Para los economistas, en efecto, esto significa estudios en los cuales la eficiencia económica represente un papel fundamental. Y mucho más que eso. Puesto que el tema prioritario del proceso de formulación de políticas es el de *quién obtiene qué*, los economistas ambientales también deben abordar el interrogante de la distribución, de qué manera los problemas y las políticas ambientales afectan diferentes grupos dentro de la sociedad.

Los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible³⁷. Los indicadores tienen el potencial de convertirse en herramientas importantes para la comunicación de información científica y técnica, lo que ayuda a transformar la información en acción. Sin embargo, el carácter complejo e interdependiente de los tres pilares –económico, ambiental y social– del desarrollo sostenible ha planteado un gran desafío a quienes han tratado de elaborar y utilizar indicadores para medir tal desarrollo.

Por lo que se deberá prestar atención especial a los aspectos del medio ambiente y del desarrollo sostenible que cuentan con indicadores escasamente desarrollados, tales como la salud ambiental, la vulnerabilidad, el desarrollo urbano y otras esferas de importancia especial para la región (por ejemplo, el turismo). Ya que si no existen datos e información

Pigou (1932), y Gordon (1954), son sólo algunas de las contribuciones más conocidas. García Páez Benjamín, *op. cit.* p. 75.

³⁷ Se debe entender al desarrollo sostenible como un proceso estratégico, donde la participación y el consenso son imprescindibles. El desarrollo sostenible, se logrará mediante crecimiento económico, protección del medioambiente y equidad social.

racionales al adoptar decisiones, éstas apenas serán sólo unas pocas más que buenas suposiciones y posiblemente sean equivocadas.

CAPITULO I PERFIL DEL ÁREA GEOGRÁFICA DE ESTUDIO.

*“La definición de los beneficios no es tan fácil. En primer lugar el hombre y la mujer perfectamente “racionales” –familiares en los libros de texto– no engendrarían niños si no los consideraran como un beneficio. Esto sugeriría que debe dejarse el tamaño final de cualquier población a las decisiones microeconómicas de las familias individuales”.*¹

México es un país con un área de aproximadamente 1,970,000 de Km², y una población de aproximadamente 97.3 millones de habitantes.² En el centro del país, se encuentra la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM),³ que está constituida por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal (DF), 53 municipios del Estado de México y uno del Estado de Hidalgo (Tizayuca), con una extensión territorial de 7,751 Km² y una altitud de 2,240 metros sobre el nivel de mar.⁴ La población de esta zona en el año 2000 era de 18.8 millones de habitantes.

No obstante, se puede diferenciar de la “Zona Metropolitana”, al “Área Metropolitana de la Ciudad de México” (AMCM), donde esta última abarca las 16 delegaciones políticas del DF y solamente 28 Municipios del Estado de México (área que fue definida por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI), con una superficie de 4,974 Km². Al interior del AMCM, se encuentra el denominado Valle de México o Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que alberga a la mayor área metropolitana del mundo. Para situar mejor los conceptos, habrá que considerar que este valle cubre todas las delegaciones del DF y nada más 11 municipios conurbados del Estado de México,⁵ con un área total de 1,472 Km², de los que el 51.0% (751 Km²) corresponden al DF.⁶

1. Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

¹ D. W. Pearce, *op. cit.* p. 229.

² INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, Resultados Preliminares.

³ Corresponde a una unidad funcional territorial, que la desaparecida Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) determinó en 1983 con fines programáticos.

⁴ Departamento del Distrito Federal, *Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros*, Secretaría de Transportes y Vialidad, Versión 1996, pp. 14-15 (cifras actualizadas).

⁵ Municipios considerados: Atenco, Chalco, Chiautla, Chinconcuac, Cuautitlan Izcalli, Ecatepec, Ixtapaluca, Nezahualcoyotl, La Paz, Texcoco y Valle de Chalco.

La ZMVM se puede dividir en dos partes: el DF y el Estado de México, en cada una de las cuales se encuentra aproximadamente un 50% de los habitantes de esta zona. En el siguiente cuadro se presenta el comportamiento histórico de la población en las demarcaciones antes referidas.

Cuadro 1
Crecimiento demográfico histórico.
(habitantes)

Año	DF (1)	Municipios del AMCM (2)	Municipios del ZMCM (3)	Total (1+2+3)	Total Nacional
1950	3,050,442	323,835	119,947	3,494,224	25,791,017
1960	4,870,876	631,017	142,426	5,644,319	34,923,129
1970	6,874,165	2,172,082	184,588	9,230,835	48,225,238
1980	8,831,079	5,270,889	284,780	14,386,748	66,846,833
1990	8,235,744	6,860,027	375,268	15,471,039	81,249,645
1995	8,489,007	7,875,709	461,629	16,635,852	91,158,290
2000 ^{P/}	8,591,309	9,776,482	596,189	18,803,249	97,361,711
% ^{1/}	8.8 %	10.0 %	0.6 %	19.3 %	100.0 %

FUENTE: CONAPO, *La población de los Municipios de México 1995-1990*, 1994.
UAM, *Plan Regional Metropolitano del Valle de México*, Gobierno del Estado de México, 1993.
INEGI, *Censo General de Población y Vivienda*, México, Varios años.
INEGI, *XII Censo de Población y Vivienda*, 2000.
Resultados Preliminares.

P/ Preliminar

1/ Por ciento respecto al Total Nacional.

AMCM: Área Metropolitana de la Ciudad de México.

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México.

Entre 1960 y 1970, la población del DF llegó a 6,874,165 habitantes, con una tasa de crecimiento de 3.5% anual; la superficie urbana del ZMVM avanzó hacia el Norte. Entre 1970 y 1980, la tasa de crecimiento demográfico disminuyó respecto a la década anterior, al registrar una tasa anual de 2.5%, y llegó a 8,831,079 habitantes; de 1980 a 1990, la población del DF se estimó en 8,235,744 habitantes, y debido al terremoto de 1985, que dio pie a la descentralización de las funciones del Estado y por consiguiente, a la emigración de un gran número de habitantes de la Ciudad de México hacia el interior del país. Así para el año 2000, se registran alrededor de 8,591,309 habitantes en el DF.

⁶ Departamento del Distrito Federal, *op. cit.*, pp. 14-15.

Respecto al mercado de trabajo en la ZMVM, alrededor de una cuarta parte de los sectores⁷ secundario y terciario del país, se encuentra localizada en esta región. De manera específica, los sub-sectores de manufacturas y de comercio registran 2.1 millones de empleados (24.5%) y 5.1 millones (27.0%) respectivamente, del total nacional de la fuerza de trabajo (34.3 millones) en el año de 1998.⁸

La gran concentración demográfica y de actividades en la ZMVM, ha agudizado viejos problemas, entre los que destacan la generación, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Por lo que hablar de los volúmenes de basura que se producen diariamente en la Ciudad de México, es hablar del incremento de su población; de la gran cantidad de los desechos y de las crecientes necesidades de consumo; lo cual va directamente relacionado con las condiciones socio-económicas de los habitantes (factor que está vinculado con el consumo y la utilización de sus bienes).

A. Aspectos sociales.

En busca de mejores posibilidades económicas, la población se estableció en torno a las grandes ciudades, esto obligadamente generó enormes cantidades de basura, por lo que la pretendida mejoría en la calidad de vida, significa hoy una real preponderancia de la contaminación, ya que el mayor consumo equivale a más desechos de todo tipo (sólidos, líquidos y gaseosos).

En términos generales, aún no se ha desarrollado en la ZMVM (ni en el país) una verdadera cultura para el manejo de los residuos sólidos desde la fuente que los genera, ya que dichos residuos se depositan sin ninguna distinción en recipientes de diversas

⁷ En ocasiones los economistas se refieren a una división *funcional* de las actividades de la economía, normalmente hablan de tres sectores que son: un sector agrícola (**primario**) que cultiva y cosecha productos naturales; un sector industrial (**secundario**) que extrae, modifica y agrupa materias primas y un sector de servicios (**terciario**) que lleva a cabo una diversidad de tareas, “suministra energía y transportación, realiza las tareas de administración y ventas, y presta infinidad de servicios personales (legales, domésticos, médicos, gubernamentales, entre otros)”. Heilbroner Robert L. Lester C. Thurow, *Economía*, Séptima edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1987.

⁸ Referencias: Análisis sectorial de residuos sólidos en la Zona Metropolitana del Valle de México, No. 14, febrero de 1998, y del Fondo Monetario Internacional (FMI), “International Financial Statistics”, 1997.

capacidades y naturalezas. Al respecto, el almacenamiento domiciliario se efectúa generalmente en recipientes (cubetas, botes, costales, tambos, etc.) y en bolsas de polietileno (las cuales fueron proporcionadas por los comerciantes para colocar en ellas las mercancías adquiridas).

Una vez almacenada la basura, la actuación de los generadores se reduce a entregarla al barrendero o en el camión recolector, y en el peor de los casos (si no cuentan con el servicio de recolección) la tiran en la vía pública, en terrenos baldíos, en barrancas o en cauces de agua.

Las *diversas* características económicas y socio-culturales de la población de la ZMVM inciden significativamente tanto en la cantidad como en la calidad de la basura generada, y también en la participación sobre el manejo de los residuos sólidos⁹ de la ciudad. Al respecto destacan las siguientes características: los sectores de más altos ingresos generan mayor cantidad de residuos, los cuales además tienen mayor valor incorporado que los producidos por los sectores de menores ingresos; el contenido de residuos orgánicos, es proporcionalmente el más importante entre los componentes de los residuos sólidos en todos y cada uno de los sectores socio-económicos.

B. Población por delegación en el Distrito Federal.

Derivado de la creciente urbanización dentro y alrededor del DF, cada año se le dificulta más al Gobierno del Distrito Federal (GDF) recolectar diariamente la enorme cantidad de residuos generados en la ciudad; toda vez que la basura varía a lo largo de la semana (entre 1 y 1.3 Kg. por día por habitante) por el modo de vida de la población y por la frecuencia con que se recolecta.

Por lo cual se debe tener conocimiento de la cantidad de habitantes del DF, así como de la gente que confluente a este, con el fin de entender el origen de tanta basura en el área en mención. A continuación se presenta el componente poblacional histórico por delegación política en el DF para los años de 1995, 1997 y 2000.

Cuadro 2

⁹ Cabe señalar que erróneamente este término se utiliza como sinónimo de basura en general.

Población en el Distrito Federal por delegación.
(habitantes)

Delegación	1995	1997 E/	2000 P/
Alvaro Obregón	676,930	688,923	685,327
Azcapotzalco	455,131	439,188	440,558
Benito Juárez	369,956	376,576	359,334
Coyoacán	653,489	703,086	639,021
Cuajimalpa de Morelos	136,873	147,340	151,127
Cuauhtémoc	540,382	538,315	515,132
Gustavo A. Madero	1,256,913	1,214,625	1,233,922
Iztacalco	418,982	414,048	410,717
Iztapalapa	1,696,609	1,717,259	1,771,673
Magdalena Contreras	211,898	221,463	221,762
Miguel Hidalgo	364,398	367,495	351,846
Milpa Alta	81,102	75,866	96,744
Tláhuac	255,891	264,349	302,483
Tlalpan	552,516	600,703	580,776
Venustiano Carranza	485,623	471,241	462,089
Xochimilco	332,314	326,658	368,798
Total en el DF	8,489,007	8,567,135	8,591,309

FUENTE: Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Informe Intermedio para el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, 1998, p. 2-25.

INEGI, Censo General de Población y Vivienda, México, *XII Censo de Población y Vivienda, 2000*, Preliminar.

P/ Preliminar.

E/ Estimación.

Debido a las condiciones en que se desarrollan las actividades económicas, sociales y culturales de los habitantes de las zonas conurbadas del Estado de México y el DF, muchísimas personas se trasladan diariamente a la Ciudad de México (entran al DF temprano y regresan a su casa hasta la tarde o en la noche, por lo que han realizado buena parte de sus funciones vitales dentro del área en mención) y dentro de las funciones cotidianas que desarrollan, generan basura de todo tipo. Esto explica en gran medida, porque son llamados: *productores de basura* para los tiraderos de la Ciudad de México.

C. Población en el Estado de México.

Por las características geográficas únicamente se toman en cuenta los municipios del Estado de México que llevan los desechos recolectados en sus demarcaciones, a los sitios de recuperación de materiales y/o a los de disposición final, manejados por el GDF. En el cuadro 3 siguiente se enlistan tales municipios, con su respectiva población durante 1995, 1997 y 2000.

Cuadro 3
Población de los Municipios del Estado de México.
 (habitantes)

Municipios	1995	1997 E/	2000 P/
Atenco	27,988	28,078	34,393
Chalco	175,521	179,120	222,201
Chiautla	16,602	16,636	19,559
Chinconcuac	15,448	15,476	17,977
Ecatepec de Morelos	1,457,124	1,714,099	1,620,303
Ixtapaluca	187,690	191,804	293,160
Nezahualcōyotl	1,233,868	1,417,413	1,224,924
La Paz	178,538	182,271	213,045
Texcoco	173,106	176,620	203,681
Valle de Chalco	287,073	296,741	323,113
Total	3,752,958	4,218,258	4,172,356

FUENTE: Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Informe Intermedio para el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, 1998, pp. 2-26.
 INEGI, *Censo General de Población y Vivienda*, México.
 INEGI, *XII Censo de Población y Vivienda*, 2000, Resultados Preliminares.

P/ Preliminar.

E/ Estimación.

Nota: Los Municipios en mención son los únicos que vertieron sus RS en las instalaciones del GDF en esos años, por eso el resto no son mencionados.

Una parte importante de los residuos generados en los municipios referidos en el cuadro anterior, son transportados a los sitios de disposición final que opera la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU); y ya que en dichos municipios se cuenta con una población aproximada de 4,172,356 habitantes para el año 2000, se puede suponer el volumen de residuos transferidos al DF.

D. Educación (nivel cultural).

Los programas y planes de estudio elaborados por la Secretaría de Educación Pública (SEP), para la educación básica primaria en las escuelas, aplicados en el país a partir de septiembre de 1993, determinaban dentro de sus propósitos, que los niños adquiriesen los conocimientos fundamentales para comprender los fenómenos naturales, en particular los que se relacionan con la preservación de la salud, la protección del ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Al respecto, las asignaturas de Ciencias Naturales (principalmente), y la de Educación Cívica en menor medida, abordan sin pasar del 10% del temario algunos asuntos relacionados con el uso del agua potable, la contaminación del aire,

el agua y el suelo, la procedencia y el destino de los desechos que se producen en el hogar y en la comunidad, la basura orgánica e inorgánica.

A pesar de que el plan propone que haya articulación y continuidad en el tratamiento de los contenidos durante los seis grados de educación primaria, difícilmente el niño se habitúa al manejo adecuado de los residuos sólidos dado que estos temas se enseñan sólo en el tercer grado. Cabe resaltar que por lo general en el seno familiar se carece de educación ambiental, lo que aunado a la escasa formación que a este respecto reciben los menores en el sistema de educación básica, dificulta crear conciencia en ese sentido.

2. Generación de Basura (Residuos Sólidos).

La generación de los residuos sólidos está íntimamente relacionada con el grado de desarrollo de la localidad, la concentración de la población y su ingreso, así como la facilidad para consumir más productos.

A través del tiempo la basura no sólo ha incrementado su volumen, sino que también ha modificado su composición, en la década 1950 eran en promedio el 5% de desechos inorgánicos y en la década de 1990 llegaron al 45%. Algunos autores señalan al respecto, que la disminución de los componentes orgánicos de la basura y el aumento de otros se debe, en gran parte, a los procesos de industrialización y comercialización de los productos primarios, y a la aparición de la *negativa conciencia* del usar y tirar.

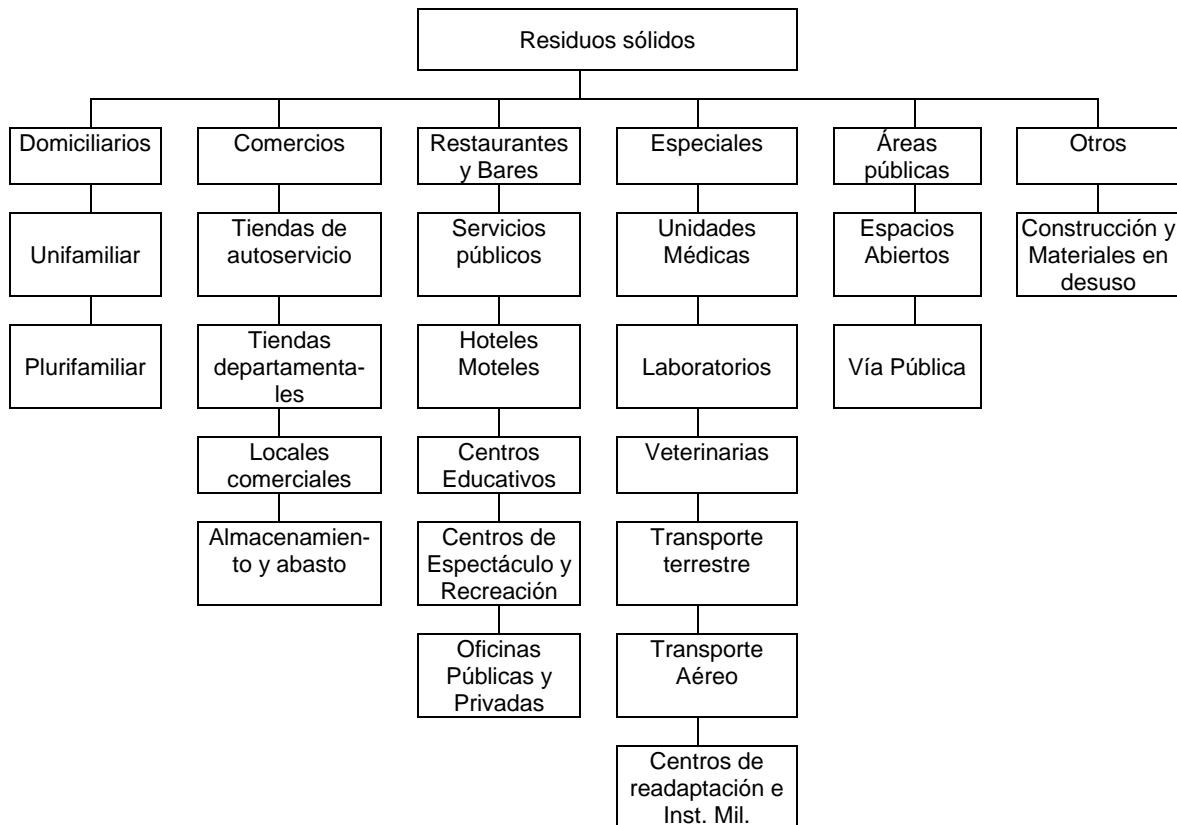
Bajo este esquema *W. Small*, señala que la sociedad en general no es “consumidora”, sino “utilizadora” de los diferentes bienes de consumo inmediatos o duraderos. La sociedad “utiliza diversos materiales, pero finalmente, todos son desechados como basura”.¹⁰

Las basuras se originan principalmente en las cocinas domésticas, tiendas, mercados, restaurantes, hospitales y otros lugares donde se almacena, prepara o sirve comida principalmente, lo que representa en promedio el 50% del total que se origina en los centros urbanos del país; de este porcentaje, el desperdicio de comida en las ciudades abarca aproximadamente el 45% del total de los desechos domésticos.

¹⁰ William Small E., *Third Pollution*, Praeger Publishers, Inc., (traducción libre), Nueva York, 1970, p. 19.

A continuación se presenta la clasificación de las fuentes generadoras de residuos sólidos en el Distrito Federal, misma que es considerada por la DGSU para su mejor identificación.

Cuadro 4
Clasificación de fuentes generadoras de residuos sólidos.



FUENTE: Asamblea de Representantes 1º Legislatura, *Memoria del foro sobre Servicios de Limpia y Recolección de Basura en el DF*, México, Mayo 1995, p. 13.

Nota: Clasificación empleada por la DGSU.

La generación de basura se inicia cuando los consumidores (personas, comercios, industrias, etc.) adquieren productos, los utilizan o consumen, y crean un material que no es de utilidad (envase o empaque), el cual se desecha por no representar utilidad o satisfacción de una necesidad.

El cuadro siguiente muestra el desarrollo histórico en el siglo XX de la participación porcentual por tipo de componente en la generación de basura doméstica en la Ciudad de México.

Cuadro 5
Participación porcentual histórica de los componentes
de la basura, diversos años.

Componentes	1976 ^{1/}	1978 ^{2/}	1983 ^{3/}	1992 ^{4/}	1998 ^{5/}
Material Orgánico	49.5%	36.5%	38.0%	40.0%	40.88%
Papel	16.5%	16.5%	17.0%	17.0%	15.26%
Vidrio	8.3%	11.0%	10.0%	10.5%	7.23%
Trapos	4.2%	5.9%	5.0%	5.0%	1.22%
Chatarra (Metales)	3.4%	10.6%	10.0%	4.9%	4.29%
Plásticos	4.1%	5.4%	5.0%	4.7%	8.76%
Cartón	4.2%	4.3%	3.0%	3.0%	6.68%
Hueso	1.3%	2.0%	---	3.0%	0.27%
Material de Construcción	1.3%	2.4%	2.0%	2.0%	2.14%
Madera	0.8%	---	---	1.0%	1.24%
Otros	6.4%	5.4%	10.0%	8.9%	12.03%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

FUENTE: 1/ DGSU, DDF, *Resumen Anual*, México, 1976, p. 36.

2/ INPLUR, *Archivos sobre contaminación ambiental (mimeo)*, México, 1978, pp. 1-3.

3/ Castillo Berthier Héctor, *La sociedad de la basura*, Ed. Colección Popular, 1975.

4/ SEDESOL, *Como disminuir la basura en nuestro hogar*, México, 1992.

5/ JICA, *Estudio sobre el manejo de los residuos sólidos para la Ciudad de México*, Informe Final, Mayo 1999, p. 3.

Al analizar la basura de la Ciudad de México por tipo de desecho, se observa como promedio, que en la década de los noventa 40% corresponde a material orgánico; 20%, a papel y cartón; 10%, a vidrio; 5%, a trapos de algodón; 5%, a plásticos; 3.5%, a latas metálicas; 3%, a cuero y hueso; y 7% a materiales diversos –hule espuma, fibras, madera, entre otros–, dentro del concepto de “otros”, se incluyen materiales sanitarios.

La producción de desechos por habitante se acrecienta constantemente, por lo que en el año 2000 se calculó una generación per cápita¹¹ en la Ciudad de México de entre 1.0 y 1.3 kilogramos de basura,¹² debido al aumento del nivel de vida y a una propensión cada vez más acentuada a deshacerse de muchos objetos apenas usados (revistas, folletos publicitarios, envases, envoltorios, etc.) o bien que se consideran pasados de moda; asimismo, a la proliferación de envases desechables (por ello actualmente, una buena parte de los desperdicios que se generan son producidos por los empaques).

¹¹ El término per cápita se entiende por persona, pero en este caso incluye todos aquellos que indirectamente genera la población al ser demandante de bienes y servicios. En este término se incluyen los residuos domésticos, de comercios, de servicios, especiales y otros.

¹² Diferentes publicaciones oficiales del GDF dan sus propias estimaciones de producción de desechos por habitante; al respecto, el promedio sería el rango aquí mencionado.

Al respecto, cabe señalar que se ha desarrollado de una manera exagerada el proceso de envasado en la industria, a pesar de los grandes inconvenientes que supone su utilización, tanto por la energía que se derrocha, como por el alto grado de contaminación que producen tales materiales; cada vez es más común encontrar productos doble o triplemente empacados, por lo cual en muchos casos resulta más caro el envase que el producto envasado.¹³ En el siguiente cuadro se presenta la generación de residuos según la fuente productora.

Cuadro 6
Generación de residuos por fuente productora.

Año	Población	Fuente generadora de residuos sólidos, toneladas.					Total
		Domiciliaria	Comercios	Servicios	Especiales	Otros	
1995 ^{1/}	8,489,007	5,604.6	2,227.8	1,979.6	221.8	1,106.5	11,140.3
1998 ^{2/}	8,610,337	5,366.0	3,295.5	1,757.0	373.2	700.7	11,492.4

FUENTE: 1/ Asamblea de Representantes 1ª Legislatura, *Memoria del foro sobre Servicios de Limpia y Recolección de Basura en el DF*, Mayo 1995, p. 13.

2/ DGSU, *Indicadores Cuantitativos y Cualitativos de los Residuos Sólidos Municipales Generados en la Ciudad de México*, 1998.

3. Flujo de Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos están constituidos por diferentes objetos y productos que se utilizan en la vida diaria en el hogar, el trabajo o medio en que se desenvuelve el hombre, y que, una vez que pierden su utilidad original, se desechan, pasando a formar parte de los desperdicios sólidos. Cabe señalar que aunque los productos hayan perdido su utilidad original, es posible que mediante un tratamiento adecuado se pueda obtener de ellos un valor residual o transformarlos en otras materias para otros servicios o fines.

La Ciudad de México al igual que otras ciudades del país enfrenta el grave problema de la progresiva generación de residuos sólidos, generados por el rápido desarrollo y crecimiento de su población, lo que ocasiona que se tengan problemas para prestar el servicio integral de limpia (barrido, recolección, transporte y disposición final).

En la Ciudad de México se generan diariamente alrededor de 12,000 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 42% son orgánicos; el 39% son materiales con potencial de reciclado o aprovechamiento; 3% son de tipo sanitario y el restante 14% son otros residuos. Los residuos provienen principalmente de los domicilios al contribuir éstos con el 47% de la generación; mientras que los comercios participan con el 29%; los servicios con el 15%, las áreas públicas con el 7%, y el restante 2% es generado por otras fuentes.¹⁴ Como se observa en el cuadro siguiente:

Cuadro 7
Participación porcentual en la generación de residuos por fuente generadora.

Año	Domiciliaria	Comercios	Servicios	Especiales	Otros	Total
1995 ^{1/}	50.3%	20.0%	17.8%	2.0%	9.9%	100.0%
1998 ^{2/}	46.7%	28.75	15.3%	3.2%	6.1%	100.0%

FUENTE: 1/ Asamblea de Representantes 1° Legislatura, *Memoria del foro sobre Servicios de Limpia y Recolección de Basura en el DF*, Mayo 1995, p. 13.

2/ DGSU, *Indicadores Cuantitativos y Cualitativos de los Residuos Sólidos Municipales Generados en la Ciudad de México*, 1998.

Los residuos generados en las ciudades se pueden clasificar según la fuente que los origina y su composición, enseguida se presenta el cuadro núm. 8 donde se recolecta información sobre la conformación por tipo de residuos en el DF, durante la década de 1990.

Cuadro 8
Conformación de los residuos por clase, composición y origen.

Clase	Composición	Origen
Basura	Residuos procedentes de preparar, guisar y servir comida; de mercados; de la manipulación,	Domicilios particulares, tiendas, restaurantes, instituciones de

¹³ Holger Stronm, *Manual de educación ecológica*, Hamburgo, Ed. ZYX, Madrid, 1979.

¹⁴ Gobierno del Distrito Federal, *op. cit.* p. 2.

	almacenamiento y venta de frutas y verduras.	asistencia social y otras, mercados, etc.
Objetos desechados	No combustibles: metales, botes de hojalata, muebles metálicos, vidrio, loza, minerales, etc.	Domicilios, comercios, servicios, vía pública.
	Combustibles: papeles, cartones, cajas, barriles, madera, paja y virutas, ramas de árboles, muebles de madera, colchones, etc.	
Escorias	Residuos de fuegos usados para guisar e incineraciones.	Restaurantes, industrias.
Residuos callejeros	Polvo, hojas, desechos de animales y papeleras callejeras.	Calles y banquetas, andadores, parques, etc.
Residuos industriales	Residuos procedentes la producción o del tratamiento de productos alimenticios, escorias de calderas, residuos de maderas y metal, virutas, etc.	Fábricas y talleres, centrales eléctricas, y otras.
Escombros de derribos y construcciones	Maderas, tuberías, ladrillos, y otros materiales de construcción procedentes de edificios y otras estructuras derribadas.	Derribos de construcciones para nuevos edificios o estacionamientos, reconstrucciones de edificios y obras públicas. Obras de renovaciones y autopistas.
Residuos especiales	Materiales sólidos y líquidos peligrosos, explosivos, residuos patológicos, materiales radiactivos, pilas, baterías, solventes, material quirúrgico, desechos médicos, etc.	Domicilios privados, hospitales, hoteles, instituciones, tiendas e industrias y laboratorios.

FUENTE: Institute for solid wastes of american public works association, *Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos*, Madrid, 1976, p. 27.

Los volúmenes de generación de basura por día en el DF están dados por la población permanente de las delegaciones así como por la población flotante;¹⁵ al respecto, a mediados de la década de 1970 se generaban aproximadamente 7,000 toneladas por día (ton/día), y a principios de los ochenta, 9,300 ton/día; a finales de los noventa, 11,500 ton/día.

En el cuadro siguiente (núm. 9) se presenta el incremento histórico anualizado en la recolección de los residuos sólidos generados en el DF:

Cuadro 9
Recolección de Residuos Sólidos en el DF.

Año	Toneladas anuales recolectadas	Toneladas por día ^{2/}
1992	4,894,714.0	
1993	5,108,332.0	

¹⁵ La población flotante es aquella que tiene residencia en otras demarcaciones y se desplaza al DF para realizar sus actividades cotidianas (estudios y/o trabajo).

1994	5,353,049.0	11,596
1995	5,698,705.5	
1996 ^{1/}		
1997	6,002,494.3	11,422
1998	5,835,803.9	
1999	6,255,821.1	11,492

FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.

Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

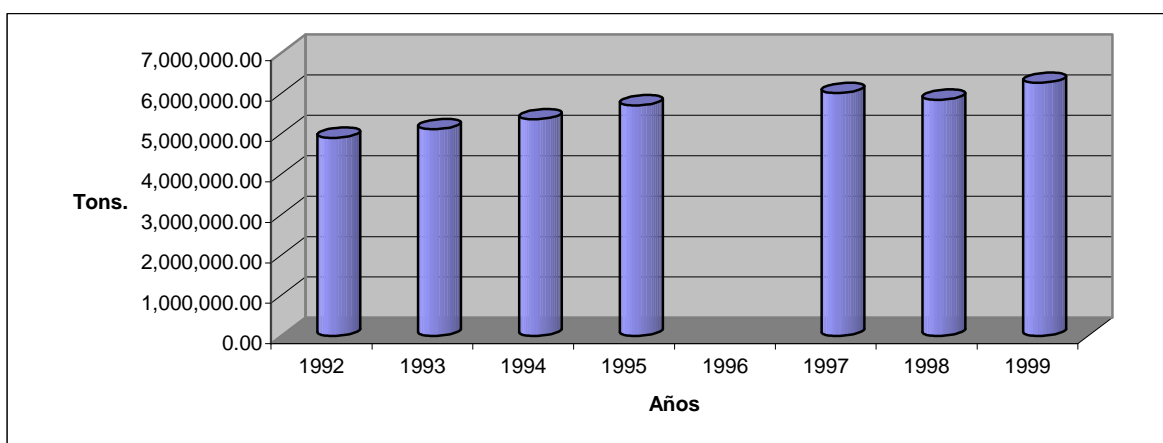
1/ No fue posible disponer de los datos de Cuenta Pública de 1997, referentes a las acciones efectuadas en el año de 1996.

2/ Estas cifras son estimadas y "proporcionadas" de acuerdo al promedio de captación diario, registrado en la DGSU.

Nota: No fue posible disponer de todos los datos para esta serie histórica.

A continuación se presenta la gráfica núm. 1 del incremento histórico en la generación de residuos sólidos en el DF, entre los años de 1992 a 1999.

Gráfica 1
Recolección de Residuos Sólidos en el DF.



FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.

Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

La recolección de desechos que se realiza en el DF ésta basada en todos los residuos sólidos que se originan tanto en casas habitación (basura domiciliaria), como en centros públicos de reunión (escuelas, mercados, restaurantes, pequeñas industrias, oficinas públicas y privadas, etc.), y los desechos que se acumulan en las calles, avenidas y lotes baldíos (basura de vía pública).

Actualmente la recolección de los residuos es responsabilidad de cada delegación, por lo que existen muchos lugares (lotes baldíos, ríos, etc.) y ocasiones en los que la frecuencia

de la recolección no es regular y los residuos recolectados son mezclados por el sistema actual de *recolección mixta*.

Las delegaciones barren y recolectan los residuos en la fuente generadora y los transportan a las Estaciones de Transferencia¹⁶ (E/T), mientras que la DGSU opera el Sistema de Transferencia, las Plantas de Selección (P/S), y los Rellenos Sanitarios, transporta los residuos de las E/T, a las P/S o sitios de disposición final, y los rechazos de las P/S, a los sitios de disposición final.

A. Generación.

El proceso se inicia con la generación propiamente dicha de los desechos, la cual consiste en la producción de materiales sólidos orgánicos e inorgánicos descartados por el hombre durante la realización de sus actividades.

B. Almacenamiento.

El almacenamiento es una etapa previa a la recolección; es realizada principalmente por los usuarios del servicio de limpia, ya que dependiendo de la frecuencia del servicio de recolección, almacenan por periodos de uno o dos días la basura que generan (desechos mezclados), o los residuos (desechos clasificados) ya sea en botes, bolsas o contenedores, en espera de que sean depositados en el camión recolector.

C. Barrido.

Diariamente las delegaciones barren de manera manual y mecánica los 9,100 kilómetros de calles y avenidas que conforman la red vial de la ciudad. Para el barrido de las

¹⁶ La Estación de Transferencia, es el sitio autorizado para concentrar los residuos sólidos recolectados por las delegaciones, la DGSU y otras instancias, a fin de que de ahí se transporten a las Plantas de Selección o a Sitios de Disposición Final (para su confinamiento), con el propósito de transportar una mayor cantidad de basura a un menor costo.

calles delegacionales participan alrededor de 8,000 trabajadores (barrenderos) quienes atienden dos kilómetros en promedio cada uno, utilizando escobas de perilla. Por lo que respecta a la atención de la red vial primaria, la DGSU emplea barredoras mecánicas para el barrido de los carriles centrales de las vías rápidas, mientras que para el barrido manual de las laterales, ejes viales y avenidas principales participan cuadrillas de trabajadores que utilizan escobas de mijo. Ambas actividades se llevan a cabo en horario nocturno de domingo a jueves atendándose un promedio de 1,750 kilómetros lineales diarios.¹⁷

D. Recolección.

El servicio de recolección es un elemento muy importante dentro de un sistema integral de limpia. La recolección de desechos es el conjunto de operaciones que es preciso realizar para retirar los residuos del lugar donde son almacenados por los usuarios del servicio (generadores). Esta puede realizarse mediante *el método de parada fija*, que consiste en recoger los residuos estacionando el vehículo recolector en esquinas o lugares predeterminados, en donde los usuarios acuden a entregarlos; *el método de acera*, con el cual los trabajadores del servicio recogen los residuos de los contenedores, depositados en las aceras al exterior de los domicilios de los usuarios; *recolección intradomiciliaria*, donde la unidad recolectora atiende los recolectores depositados en los estacionamientos de las viviendas, comercios, oficinas o bien que el personal recolector entra por los contenedores y los saca para vaciarlos; y *el método por contenedores*, en el que se ubican depósitos especiales para los residuos de una determinada área de usuarios, en los que dichos usuarios los depositan, permaneciendo almacenados hasta que el vehículo recolector llega para llevárselos.

E. Transporte.

Esta etapa es la más importante de las que conforman el servicio de limpia, pues representa cuantiosos costos privados y sociales. Cuanto mejor funciona el servicio de recolección y transporte, más inadvertido pasa el problema de la gestión de las miles de

¹⁷ Gobierno del Distrito Federal, *op. cit.*, p. 3.

toneladas de residuos que se generan diariamente en la ciudad, como fruto de nuestros hábitos de vida.

Normalmente los ciudadanos pensamos que tales operaciones son un asunto que atañe a los responsables de los gobiernos delegacionales y municipales del área metropolitana, y a las empresas encargadas del servicio. Sin embargo, los responsables del área pueden tener una capacidad de acción muy limitada, sin la colaboración del ciudadano y de otras áreas públicas.

La etapa de transporte, consiste en llevar los residuos, una vez que se han recolectado, a las estaciones de transferencia o hacia alguna planta para su aprovechamiento, en vehículos de recolección públicos y/o privados. El siguiente apartado, describe también la etapa de transporte, la que por su importancia y el gasto que representa para el ejercicio del gasto público en el Distrito Federal, se menciona por separado.

F. Transferencia.

Tiene como propósito reducir los grandes recorridos de los vehículos recolectores y con ello los tiempos no productivos. De esta forma, los residuos son transferidos a vehículos de mayor capacidad, que los transportaran a las plantas de tratamiento o a los sitios de disposición final.

La mayor parte del sistema de transferencia se opera con vehículos de grandes dimensiones (como camiones y trailers), se utilizó el control del tiempo real de la operación de los trailers, por medio de sistemas GPS (Sistema Global Posicionador). Sin embargo, como el verdadero peso de la carga sólo se estima, la eficiencia del transporte se basa únicamente en un rango de estimación. Se fijó la distancia de una estación de transferencia a una planta de selección o a un sitio de disposición final, de acuerdo con la distancia estipulada es por la que se pago el servicio, en vez de la distancia que realmente se recorrió.

Al finalizar la década de 1990, existían en el DF 13 estaciones de transferencia con un radio de influencia de 7 kilómetros cada una, cuyas formas de operación variaron, ya que seis de ellas estaban a cargo de la DGSU; una de la Delegación Benito Juárez y seis eran responsabilidad tanto de las delegaciones, como de la DGSU (al respecto véase el cuadro

núm. 10), en realidad la operación práctica de ellas se efectúa por medio de contratos al sector privado.

Cuadro 10
Estaciones de Transferencia y unidad operativa responsable.

Delegación	Cuerpo Operativo
Alvaro Obregón	DGSU
Azcapotzalco	Delegación / DGSU
Benito Juárez	Delegación Benito Juárez
Coyoacán	Delegación / DGSU
Cuauhtémoc	Delegación / DGSU
Gustavo A. Madero	DGSU
Iztapalapa I	DGSU
Iztapalapa II (Central de Abasto)	DGSU
Miguel Hidalgo	Delegación / DGSU
Milpa Alta	DGSU
Tlalpan	DGSU
Venustiano Carranza	Delegación / DGSU
Xochimilco	Delegación / DGSU

FUENTE: Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Estudio sobre el manejo de los residuos sólidos para la Ciudad de México, Informe Final*, Mayo 1999, p. 4-16.

Durante 1990 y en los años subsiguientes para el registro de los volúmenes de residuos que entraron y salieron de las estaciones de transferencia, se contrató al sector privado para su operación y mantenimiento, donde no se miden los volúmenes que se reciben, ni los que salen de las estaciones de transferencia, sino que se calculan a partir de la capacidad nominal de los camiones y/o trailers y su número. En consecuencia, los volúmenes de basura en las estaciones de transferencia son solamente estimados por el sector privado, mismo que los informa a la DGSU y/o a las Delegaciones, aun con las deficiencias que esto representa para el cálculo de las toneladas manejadas.

G. Tratamiento.

Cuando los desechos sólidos son enviados a las plantas de tratamiento, un cierto porcentaje se va como rechazo a los sitios de disposición final, y lo restante se transforma o se prepara para incorporarse a la actividad productiva o para reducir su volumen que será trasladado a los sitios de Disposición Final.

H. Disposición Final.

Se considera como el momento en que los desechos sólidos son depositados en un lugar específico y seguro, a efecto de concentrarlos o aislarlos para que por procesos naturales y con el tiempo estos se degraden, por oxidación o fermentación.

En el anexo núm. 1 se presenta el volumen histórico actualizado de residuos sólidos manejados por grupo de clasificación (Estaciones, Rechazo y Material inerte) para los años de 1995 a 2000.

4. Acciones efectuadas por el Gobierno del Distrito Federal.

En el año de 1980, el Gobierno de la Ciudad (Departamento del Distrito Federal, DDF), elaboró un proyecto llamado: "*Plan Maestro de Basura*" que contemplaba un conjunto de acciones que iban, desde la creación de más estaciones de transferencia en las delegaciones, hasta el cierre del tiradero de Santa Cruz Meyehualco, incluso la construcción de incineradores de basura, la rehabilitación de la Planta Industrial de Desechos Sólidos (PIDS) y la edificación de otras plantas de este tipo.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 1988-1994, se aseguró que "La educación es un instrumento indispensable para la formación de una sólida cultura ecológica. En ella descansan en buena medida las posibilidades de un desarrollo sano y ecológicamente equilibrado" y que en la elaboración del PND 1995-2000, la educación ambiental tendría un papel relevante.

El PND 1995-2000, reconoce el desarrollo social como una de las áreas críticas y considera como uno de sus principios fundamentales, el mejoramiento y expansión de los servicios sociales básicos. Asimismo, el Programa General de Desarrollo del Gobierno del Distrito Federal (PGDGDF) 1998-2000, también da alta prioridad a la expansión de los servicios sociales y de manera especial al manejo de residuos sólidos.

Con el propósito de establecer mecanismos adecuados para el manejo y control de los residuos sólidos, así como para contrarrestar sus efectos ambientales, en el PGDGDF las

autoridades capitalinas plantearon como objetivo lograr un crecimiento económico en condiciones de sustentabilidad con diversas líneas estratégicas¹⁸, entre las cuales se encuentra la instrumentación de un “*Plan Maestro para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos*”, orientado a incrementar la eficiencia y confinamiento de desechos domésticos e industriales.

A. Dependencias relacionadas con el manejo de los residuos sólidos.

En la década de 1990 las dependencias que fueron responsables de formular e impulsar las políticas del manejo de los residuos sólidos y los programas a nivel federal eran: la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), cuyas funciones incluyen entre otras, la coordinación de todas las actividades del manejo de los residuos sólidos y la supervisión de las agencias autónomas subordinadas, como el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal para la Protección al Ambiente (PROFEPA).

La SEMARNAP señala cuatro lineamientos y estrategias para avanzar y lograr un medio ambiente (MA) sustentable:¹⁹

- Frenar los procesos productivos que afectan el MA y promover una transición al Desarrollo Sustentable²⁰ (DS).
- Aprovechar y diversificar la potencialidad de los recursos y las actividades productivas, mejorando ecológicamente los procesos.

¹⁸ Este concepto se tomo tal y como se establece en la fuente, y al respecto se debe entender que son las técnicas de proyectar y/o dirigir los asuntos necesarios hasta conseguir el fin proyectado.

¹⁹ García Páez Benjamín, *op. cit.*, p. 18.

²⁰ No se debe confundir Desarrollo Sustentable (DS) con crecimiento sostenido, quizá sí con “sostenible”. El DS requiere de enfoques multidisciplinarios, crecer, sí, pero respetando la sustentabilidad y renovabilidad biológica. Cuáles son los excedentes de poblaciones, especies y recursos que podemos aprovechar. El DS nos permite pasar de la descripción ecológica a la explicación de los porque, hasta cuándo y cuánto es una tasa óptima de extracción y explotación de los recursos y del medio ambiente (MA).

El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Keating, Michael, Cumbre para la Tierra, Programa para el cambio, Ginebra, 1993, p.70.

Los requisitos para alcanzar este tipo de desarrollo son los siguientes: un sistema político que asegure la participación ciudadana; un sistema económico capaz de generar excedentes que sean aplicados a la sustentabilidad; un sistema social que reduzca la posibilidad de que se generen conflictos ambientales; un conjunto de sistemas de producción compatibles con la conservación de la calidad ambiental; inversiones importantes del gasto público y de la iniciativa privada en investigaciones y desarrollo tecnológico. Azuara Monter Iván, Investigador Nacional y Secretario Técnico de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República.

- Ordenar el aprovechamiento de los recursos, establecer reglas claras del juego, iguales para todos: normas, leyes, gestión ambiental y, en general, instrumentos que faciliten la política ambiental.
- Fomento de una cultura preventiva que eduque, capacite, ofrezca información, señale patrones adecuados de consumo, más favorables para la sustentabilidad, en contra del derroche.

A la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), corresponde el despacho de las materias relativas al: desarrollo social, alimentación, educación, promoción de la equidad, cultura, recreación, deporte, administración de zoológicos, información social y servicios sociales comunitarios; formular, fomentar y ejecutar políticas y programas generales para el desarrollo social con la participación ciudadana, establecer los lineamientos generales y coordinar los programas específicos que en esta materia desarrollen las Delegaciones.

En el ámbito del Distrito Federal, corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) la formulación, ejecución y evaluación de la política en materia ambiental y de recursos naturales. Al respecto debe regular y fomentar, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios (SOS), las actividades de minimización, recolección, tratamiento y disposición final de desechos sólidos; establecer los sitios destinados a la disposición final; restaurar sitios contaminados, así como definir los sistemas de reciclamiento y tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos.²¹

De la Secretaría de Medio Ambiente (SMA) depende la Dirección General de Regulación y Gestión Ambiental del Agua, Suelo y Residuos que tiene entre sus atribuciones: el formular proyectos y programas, encaminados al diseño de estrategias para la prevención y control de la contaminación del suelo, subsuelo, mantos freáticos y cuerpos acuáticos receptores en el Distrito Federal; dar seguimiento permanente y evaluar los resultados de las acciones derivadas de los programas de prevención y control de la contaminación del suelo, subsuelo, mantos freáticos y cuerpos acuáticos receptores; tramitar los procedimientos en materia ambiental e imponer las sanciones administrativas que procedan; participar con las autoridades competentes, en el establecimiento de los sitios destinados al manejo y disposición final de residuos de la competencia del Distrito Federal;

²¹ Gobierno del Distrito Federal, *Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal*, Artículo 26, fracciones: VIII, IX y XIV, Gaceta Oficial del Distrito Federal, 29 de diciembre de 1998.

proponer, aplicar y dar seguimiento a programas que fomenten la autorregulación y auditoría ambiental; proporcionar ayuda técnica y estímulos a productores y grupos empresariales para el establecimiento de procesos voluntarios de autorregulación ambiental; y promover y aplicar estándares e indicadores de calidad ambiental.²²

Dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios (SOS), la Dirección General de Servicios Urbanos cuenta entre sus atribuciones el: prestar los servicios de limpia en sus etapas de barrido de áreas comunes, vialidad y demás vías públicas, así como de recolección de residuos sólidos de conformidad con las disposiciones jurídicas y administrativas que emita la Dependencia competente; prestar el servicio de alumbrado público en las vialidades secundarias y mantener sus instalaciones en buen estado y funcionamiento, de conformidad con la normatividad que al efecto expida la autoridad competente; y las demás que de manera directa les asigne el titular del Órgano Político-Administrativo, así como las que se establezcan en los manuales administrativos.²³

La DGSU ejecuta la transferencia de residuos, la recepción de materiales, la disposición final y la limpieza urbana de las redes viales primarias (nueve vías rápidas, 23 ejes viales, seis accesos carreteros y 10 avenidas principales; para saber cuales son estas véase el anexo núm. 2). Asimismo, la DGSU recolecta los residuos de tiraderos clandestinos en el DF,²⁴ que por lo regular se encuentran en lotes baldíos, espacios abiertos, exteriores de mercados, camellones, vía pública, zonas de comercio informal, y paraderos, mismos que son llevados a las plantas de selección (P/S). En las P/S se recuperan los materiales reciclables comercializables y los que no, se transportan posteriormente a los sitios de disposición final.

A nivel operativo, las delegaciones y los municipios tienen la responsabilidad de proporcionar servicios para la recolección, así como la responsabilidad del barrido de las vialidades de su jurisdicción. En octubre de 1998, las delegaciones emplearon empresas privadas por medio de contratos para la recolección de residuos en escuelas primarias, mercados, conjuntos habitacionales y parques públicos, siguiendo las mismas rutas de recolección que tenía anteriormente la DGSU.

²² *Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal*, Artículo 55, fracciones: III, IV, IX, XIV, XXII, XXIII y XXIV, Gaceta Oficial del Distrito Federal, 1998.

²³ *Ibidem*, Artículo 127, fracciones: I, II y III.

En materia de residuos sólidos las dependencias del GDF se deben sujetar a la reglamentación ambiental establecida en el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, en la Ley del Medio Ambiente del Distrito Federal y en la Ley de Ecología y Medio Ambiente (en el cuarto capítulo se mencionaran más ampliamente).

B. Gasto ejercido por GDF para el manejo de los residuos sólidos.

El manejo de los residuos sólidos es un factor que representa fuertes erogaciones para el GDF, en la regulación, preservación de la infraestructura ecológica, lo que implica un gasto en salarios a empleados, mantenimiento de camiones y equipo en general, construcción de centros de recolección, plantas de transferencia, traslado de basura a las plantas de selección y a los tiraderos oficiales, así como en la operación de los mismos.

Para tal efecto el GDF en esta década en su apertura programática-presupuestal²⁵ en el “Ámbito²⁶ de Medio Ambiente” contaba entre otros, con el Programa 3Z “Regulación y Preservación Ecológica”, subdividiéndose este en Subprogramas de los cuales el 04 se refiere al “Control de Residuos Sólidos”; de igual manera el Programa 5M “Infraestructura Ecológica”, cuenta con el Subprograma 02 “Construcción e Infraestructura”, en donde se registraba el gasto ejercido referente al manejo de los residuos sólidos y a los volúmenes desplazados anualmente, así como a la instalación y desarrollo de la infraestructura necesaria para el desempeño de las acciones correspondientes a este ámbito. Al respecto en el siguiente cuadro se presenta el gasto histórico ejercido entre los años de 1993 a 1999.

Cuadro 11
Gasto ejercido por el GDF en los programas 3Z y 5M.

²⁴ En el año 2000 se tenían 40 rutas de recolección en tiraderos de este tipo, las cuales atendían a 505 sitios ubicados en 296 colonias, recolectando en ese año 277 mil toneladas de desechos. DGSU.

²⁵ Este concepto constituye el instrumento operativo básico que expresa las decisiones en materia de política económica y de planeación. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, *Glosario de términos mas usuales en la administración pública*, México, 1999.

Programática: proviene de “programación” y se refiere al proceso a través del cual se definen estructuras programáticas, metas, tiempos, responsables, instrumentos de acción y recursos necesarios para el logro de los objetivos de largo y mediano plazos fijados.

Presupuestal: proviene de “presupuesto” y se refiere a la estimación financiera anticipada, generalmente anual, de los egresos e ingresos del sector público, necesarios para cumplir con las metas de los programas establecidos.

²⁶ Este término es utilizado para delinear un perfil de cierta área de estudio. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, *Ibidem.*

(Miles de pesos)

Año	3Z	5M	Gasto Programático Total
1993	1,056,265.0	190,644.8	1/
1994	1,237,468.2	138,501.6	1/
1995	1,428,904.7	37,842.6	19,390,036.3
1996	1,832,419.1	57,162.8	29,248,812.6
1997	2,590,953.1	44,018.4	36,928,574.5
1998	2,622,864.3	58,958.6	40,961,589.7
1999	1/	32,518.7	46,930,415.0

FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1994 y 1995, Tomo 1.

Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999, y 2000, Tomo 1.

1/ No fue posible disponer de los datos de Cuenta Pública para esos años.

De los recursos programados para las acciones del programa 3Z, mismos que se listaron en el cuadro anterior, la acción de "Controlar los Residuos Sólidos" consumió la mayor parte del gasto de este programa, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 12
Gasto ejercido en el Subprograma "Control de los Residuos Sólidos".

Año	Miles de pesos anuales	Participación porcentual del programa
1992	839,443.9	
1993	638,450.9	60.44
1994	807,186.1	65.23
1995	950,259.7	66.50
1996	1,035,075.4	56.49
1997	1,628,660.4	62.86
1998	1,652,231.2	62.99
1999	1,835,438.2	

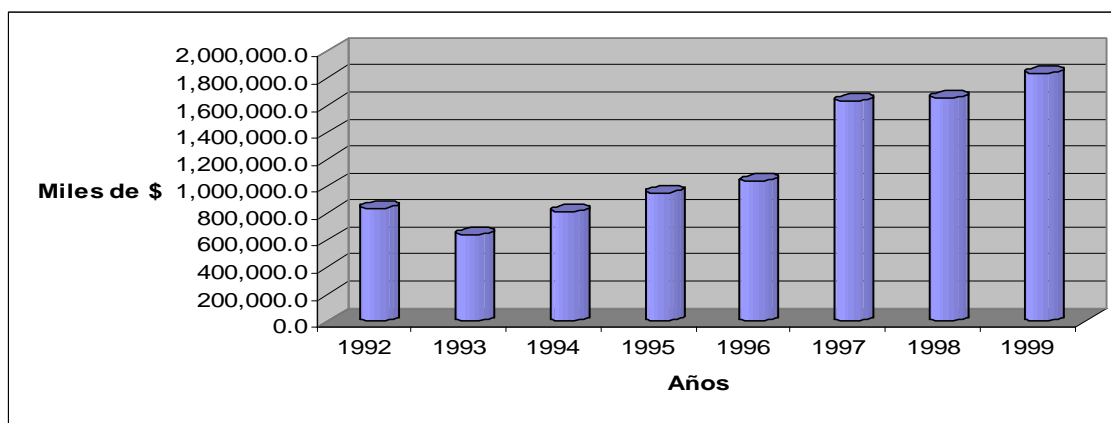
FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.

Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999, y 2000, Tomo 1.

NOTA: El gasto ejercido para los diferentes años de este cuadro histórico incluye delegaciones y DGSU.

La tendencia creciente que se ha registrado en los volúmenes generados de desechos, ha implicado que el gobierno tenga que invertir en bienes y erogar en servicios cada vez más recursos en tal manejo, como se observa en la siguiente gráfica:

Gráfica 2
Gasto en el Control de los Residuos Sólidos.
(Miles de pesos)



FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.
Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999, y 2000, Tomo 1.

C. Programa piloto de recolección especializada.²⁷

Este programa piloto de recolección especializada iniciado por la DGSU en 1996, es conocido como *programa de separación* y consiste en separar los residuos sólidos desde la fuente donde se generan, clasificándolos en tres grandes rubros: materia orgánica, elementos reciclables sólidos (vidrio, cartón, plástico, fierro, aluminio, residuos de construcción y otros) y residuos sanitarios. Para la ejecución de este programa se utilizan recipientes y bolsas con logotipos adheribles de diferentes colores, para identificar el tipo de residuo; así: *verde* para los orgánicos, *naranja* para los sanitarios y *gris* para los reciclables.²⁸

El desarrollo de este programa ha incluido las siguientes actividades:

- Difusión del programa mediante charlas instructivas, videos y exposiciones;
- Suministro de material informativo (trípticos y carteles);
- Verificación de la adecuada separación de los residuos;
- Cuantificación de la cantidad de residuos generados por sitio; y
- Servicio de recolección separada de los residuos.

²⁷ Secretaría de Obras y Servicios, *Ibidem*.

²⁸ En el contexto actual, no existe una reglamentación específica ni lineamientos para este propósito encaminados a la utilización de contenedores adecuados para el almacenamiento de residuos. Los generadores de residuos (el público en general y las instituciones) utilizan recipientes independientes, tales como botes, bolsas de plástico, cajas, huacales, etc.

Este programa tiene el carácter de voluntario y el lugar interesado en participar debe realizarlo dentro del siguiente marco: la DGSU coordinará acciones, sensibilizará a la población, dará seguimiento, evaluará y dispondrá de la recolección; el sitio participante en el proceso, proporcionará los materiales y adaptará el depósito central.

El programa inició operaciones en 1996 en tres sitios; en 1997 se adicionaron otros tres y para agosto de 1998, ya sumaban 13 (al respecto véase el cuadro número 13), en los cuales la población participante de manera directa ascendía aproximadamente a 8,500 personas, distribuidas en 110 áreas de oficinas, 34 viviendas y 50 grupos de preescolares. Para junio del 2000 en el programa ya participaban un total de 32 sitios, entre ellos el Museo de Historia y algunas empresas, sumando aproximadamente 13,600 personas.

Cuadro 13
**Programa de separación de residuos sólidos
cantidades generadas durante 1998. ^{1/}**

Sitio	Residuos en Kg.				Promedio per cápita por día	Eficiencia de separación
	Orgánicos	Reciclables	Sanitarios	Total		
Unidad Habitacional	26,862	22,290	8,001	57,153	0.833	88%
Edif. No. 1 Gobierno del DF	21,109	59,307	20,105	100,521	0.359	92%
Edificio Virreinal	10,857	35,427	10,856	57,140	0.256	93%
DGSU	32,234	62,320	12,894	107,448	0.282	91%
Edificio de Seguridad Pública	59,407	75,609	45,006	180,022	0.191	86%
CENID Metro	10,168	6,779	13,865	30,812	0.387	100%
7 CENDIS ^{2/}	16,431	10,083	10,830	37,344	0.255	78%
Total ^{3/}	177,068	271,815	121,557	570,440		

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Programa de Separación de Residuos Sólidos*, Informe de actividades del programa de separación de residuos sólidos, Sep. 1998.

1/ Datos proyectados a partir de la segunda quincena de septiembre de 1998, con base en el comportamiento registrado en el periodo enero - septiembre.

2/ Sitios incorporados a partir del 17 de agosto de 1998.

3/ En el periodo enero - septiembre, se generó en los trece sitios un total de 384,371 Kg. de residuos.

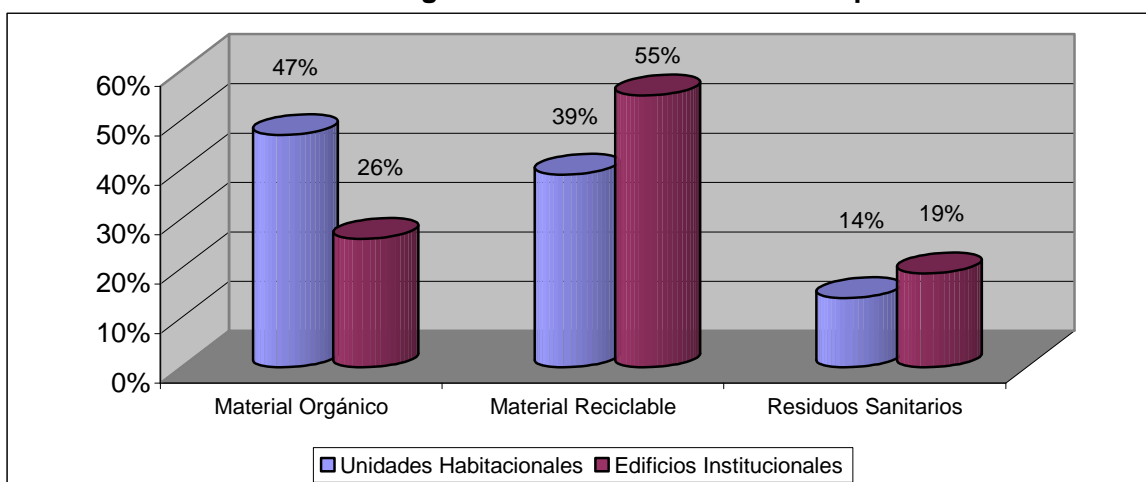
CENDI: Centro de Desarrollo Infantil.

La eficiencia de separación en la fuente mostró un comportamiento alto: 88% en la unidad habitacional, y entre 86% y 93% en los edificios institucionales, lo que ha demostrado las posibilidades de sensibilización, difusión y participación de la población en este programa; lo anterior indica que se están logrando los objetivos del programa: incrementar los niveles de reciclaje, recolección sanitaria de los residuos, participación activa de la

comunidad, creación de conciencia ecológica en la población e incremento limitado de la vida útil del relleno sanitario. En el anexo núm. 3 se presentan las cifras históricas actualizadas del programa de separación de residuos sólidos de 1996 a 2000; asimismo, la cantidad de sitios y las personas participantes en dicho programa, para el mismo periodo.

Los resultados obtenidos por el programa permiten identificar que el material orgánico generado varía entre 47% en las unidades habitacionales y aproximadamente 26% en los edificios institucionales; el material reciclable muestra un comportamiento inverso ya que el 55% forma parte de los residuos institucionales y sólo el 39% de las viviendas. En cuanto a los residuos sanitarios, éstos constituyen el 14% de los residuos habitacionales y el 19% de los institucionales, los datos anteriores se representan en la siguiente gráfica, y las cantidades generadas expresadas en Kg. se muestran en el cuadro anterior.

Gráfica 3
Resultados del Programa Piloto de Recolección Especializada.



CAPITULO II RESIDUOS SÓLIDOS (BASURA).

“El hombre, caminante en busca de sí mismo, actúa sobre la naturaleza y crea cultura. Al paso del tiempo, señala su camino con testimonios de sus aspiraciones superiores y, a la vez, deja huellas desechables de su acción: basura.

La basura se convierte así, en pista elocuente, respondiendo a qué consumimos, dónde compramos, qué desperdiciamos, por lo que la basura se torna valiosa ya que habla y habla sin cesar. Confronta los dichos personales con los propios hechos, inferibles por los desechos que dejan”¹.

Un cierto material sólo debe considerarse desecho si su poseedor no puede valorarlo. Por esto, en la naturaleza y dentro de ella en los diferentes ecosistemas,² los desechos son constantemente reutilizados, por lo que no existe basura, es decir que no existe lo que no posee utilidad, y todo es reciclado.³

El desequilibrio introducido por el ser humano, productor y consumidor; pero no reciclador o descomponedor, llega al máximo en las sociedades actuales, netamente productoras de residuos e incapaces de reciclarlos y devolverlos al medio sin agredirlo,⁴ por lo que ha desarrollado una actitud de indiferencia inclusive hacia lo que consume, ya que no le importa si la producción de ciertas mercancías implica que se destruyan bosques, se contaminen los ríos o causen trastornos irreversibles en la naturaleza. Por lo demás, esta actitud se le revierte en una calidad de vida cada vez más deteriorada.

¹ Restrepo Iván y Phillips David, *La basura: consumo y desperdicio en el Distrito Federal*, Instituto Nacional del Consumidor, México, 1982, p. 11.

² Los ecosistemas son comunidades cuyos elementos físicos y biológicos tienen entre sí una interacción constante, ocupan un área determinada y considerados en conjunto, guardan una interdependencia relativa y una afinidad considerable. Arana Federico, *Ecología para principiantes*, Editorial Trillas, México, 1987, p. 22.

³ Al interior de este medio existen conjuntos de seres vivos con necesidades y actividades complementarias, lo que permite que se reciclen permanentemente los principales elementos necesarios para la vida. Que haya una circulación cíclica.

⁴ Del Val Alfonso, *El libro del reciclaje*, Segunda edición, Barcelona, Febrero de 1993.

1. Antecedentes Históricos del Manejo de Residuos Sólidos.

El padre Francisco Xavier Clavijero, afirma que en 1473 bajo el gobierno de Moctecuhzuma Xocoyotzin, en las ciudades no había una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados, y por lo tanto, nadie comía en las calles ni tiraban cáscaras ni otros despojos. Había mas de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura que hubiera tirada; dicen los cronistas que el suelo no ensuciaba el pie desnudo, además los habitantes estaban habituados a no tirar nada en la calle.⁵

En 1526 se recurrió, como primera medida, a eliminar la basura para mejorar la imagen de la ciudad y darle fluidez al tránsito. Pero muy poco se consiguió y hubo de recurrirse al Ayuntamiento para que la limpieza se hiciera a su costo y mediante concurso. Se establecieron basureros públicos, se señalaron con un pilar los lugares donde sería permitido depositar desperdicios y se integró un cuerpo de limpia formado por 18 carretoneros ordinarios y 24 indios con huacales.⁶

Para el año de 1787 las calles de México se encontraban intransitables por el desaseo, al menor descuido se ensuciaban los pies del transeúnte, pasaban muchos meses sin que fueran barridas, y los caños estaban llenos de pestilentes lodos; excepto en una que otra calle, veíanse en todas muladares y de mayores proporciones en las casas de vecindad, pues arrojaban la basura a la calle y nadie la recogía.

El virrey Revillagigedo estableció en 1789, los primeros carros que recogían la basura, donde los carretoneros tocaban una campanilla para que sirviera de aviso, pues ya existían tiraderos en este periodo de la Colonia Española. Esta época representa, entonces, el inicio de un sistema regulador de limpia con carros de tracción animal y con tiraderos establecidos fuera de la ciudad. Manuel Payno, en su libro "Los bandidos de Río Frío", sitúa estos tiraderos por el rumbo de Santa María.⁷

⁵ Mencionado por Ernesto Ortiz V. en "*Limpia y transporte*", Edición sindical del SUTGDF (Sindicato Único de Trabajadores del Gobierno del Distrito Federal), Sección Uno, México, 1978, p. 6.

⁶ Llamas Fernández, Roberto, *Fundación y Expansión de problemas urbanos de la capital Virreynal*, p. 273.

⁷ Aguilar Rivero Margarita, *La Basura*, Editorial Trillas, México, abril de 1993, p. 18.

En 1824, ya en el México Independiente, el coronel Melchor Músquiz nombró una comisión para que se reglamentara el sistema de limpia de la ciudad, se estableció un sistema de recolección de basura con carretones de tracción animal, con horario de mañana y noche, llevando una campanilla que tocaban los carretoneros para que sirviera de aviso al vecindario, imponiendo multas a las personas que arrojaran basura, piedras o alguna otra cosa, además de pagar el daño que causarían.

El servicio de limpia en el año de 1884 era sumamente imperfecto, porque siendo muy extenso el radio de la ciudad los carros no la podían recorrer con oportunidad y eficiencia, y estando el tiradero en uno de los extremos de la ciudad era sumamente difícil que hicieran los viajes indispensables. Para remediar este mal, se citó a los ciudadanos inspectores de la Policía a fin de que se encargasen en sus respectivas demarcaciones, de ese ramo del servicio municipal.

Dos años más tarde, en 1886, se compró el primer equipo de limpia que consistió en una máquina para barrer y otra para regar las calles de la ciudad. El 9 de marzo de ese mismo año, aprobó el Ayuntamiento el Dictamen de las Comisiones Unidas de Hacienda y Limpia, y dispuso que los carros y mulas de limpia se repartieran entre los ciudadanos inspectores que quedaban encargados de este ramo.⁸ A finales de ese mismo siglo el servicio de limpia se llevaba a cabo con 80 carretones de tracción animal, los cuales estaban divididos en ocho sectores y registraban una erogación promedio de 50,000 pesos anuales.

A partir de 1900 empezaron a registrarse las primeras estadísticas sobre el servicio de limpia, las cuales reflejan de forma muy superficial e incompleta la efectividad del servicio. Los primeros datos disponibles son de 1929, año en que se cuenta con 190 carretones de 2.5 m³ y una pequeña flota de camiones, tractores y remolques a cargo de un personal formado por mil quinientos empleados.

En el año de 1930, el servicio de limpia dependía de la oficina de Obras Públicas, y hacia 1936, pasó a formar parte de la Dirección de Servicios Generales. En 1938, se contaba con dos mil trabajadores, y ya para el año de 1941 el personal de limpia estaba constituido por dos mil ciento treinta y siete empleados y se trasladaban a los tiraderos entre 600 y 800

⁸ Castillo Berthier Héctor F., *La Sociedad de la Basura*, UNAM, 1983, p. 30.

toneladas de basura diaria. También en ese año se publicó el Primer Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal con el que se trabajó hasta la década de 1980.

Para efecto de prestar el servicio de limpia, en enero de 1971 la ciudad fue dividida en 27 sectores. Sin embargo, al efectuarse la desconcentración de los servicios públicos en 1972, por Acuerdo del entonces Jefe del Departamento del Distrito Federal, se realizó la descentralización de los servicios de limpia y recolección, por lo que las delegaciones tuvieron que responsabilizarse del barrido manual y mecánico, así como de la recolección de basura domiciliaria.

Al descentralizarse las funciones de la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), ésta desaparece en 1977, volviendo a integrarse en 1984, y es entonces cuando se da impulso y se fortalece el sistema de transferencia,⁹ mediante el equipamiento y la construcción de nuevas instalaciones.

2. Procesamiento de los Residuos Sólidos.

En las zonas semi-rurales la auto-disposición de los residuos se lleva a cabo fundamentalmente en los hogares, a través de quemarlos o enterrarlos, destinando una mínima parte a fabricar composta.¹⁰

El procesamiento de residuos en las zonas urbanas se efectúa a través de un conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación, o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. Al respecto el principal método para el tratamiento de residuos sólidos que actualmente se utilizan en la Ciudad de México; fuera de la selección de materiales que hacen los pepenadores y los frustrados intentos de generar plantas de compostaje, es el relleno sanitario, por lo que se mantienen con ello, bajos índices de aprovechamiento y se producen altos niveles de contaminación.

En los países desarrollados la poca oferta de mano de obra para realizar este tipo de trabajo duro y sucio (choferes de camiones de volteo, pesadores, tomadores de tiempo, y por

⁹ En 1973 se inicia la construcción de estaciones de transferencia en el Distrito Federal, siendo en la Delegación Miguel Hidalgo la primera en entrar en operación.

¹⁰ Una composta es la aglomeración de restos de materia orgánica que se descompone de manera natural por la actividad de los microorganismos.

supuesto barrenderos y voluntarios¹¹), ocasiona muchas veces serias dificultades para cubrir las plazas; no es el caso de México donde parece sobrar la mano de obra, para la recolección de los desechos.

A. Los Pepenadores.

La pepena de la basura ha representado un ahorro de materia prima que tomamos sin medida de la naturaleza al evitar que se entierren materiales que no son biodegradables pero que si son reutilizables o reciclables. A lo largo del tiempo los pepenadores han venido realizando su labor en silencio, tanto silencio, que aún no se les ha asignado un espacio en la sociedad como seres humanos económicamente activos y poseedores de los derechos sociales básicos.

Algunos autores definen a los pepenadores como “población sobrante de las economías capitalistas dependientes”.¹² Sin embargo al emplear su fuerza de trabajo en la recuperación de subproductos, el pepenador debe dejar de considerarse marginado, dado que se integra de manera directa al proceso de producción en la sociedad. También se considera a los pepenadores como un “sector intermedio” entre los obreros y la población en si, ya que si bien su actividad económica tiene rasgos productivos porque añaden valor a la basura, su organización social presenta muchas particularidades que de hecho sólo corresponden a ese grupo, situación que los coloca dentro del sector informal de la economía, por lo cual carecen de seguridad en el trabajo, asistencia social, ausencia de salarios mínimos, falta de poder político y de negociación, entre otras.

En la década de 1960 *Evangelina Lajous*¹³ describía que el 82% de la población de pepenadores de Santa Cruz Meyehualco, era originaria de los mismos basureros, otro 15% era compuesto por campesinos sin tierras; emigrados; obreros desocupados; pordioseros y huérfanos; el resto lo componen ex convictos; prófugos; e inválidos, que en su gran mayoría

¹¹ Los voluntarios, son las personas que trabajan en los camiones recolectores de basura, pero no aparecen en los registros, ni en la nómina del GDF.

¹² Quijano Aníbal, *Redefinición de la dependencia y proceso de marginalización en América Latina*, CEPAL, 1970, pp. 27 - 41.

¹³ Lajous Evangelina, *Encuesta social en la comunidad de pepenadores de Iztapalapa*, Tesis, UNAM, 1964, p. 45.

no recordaban cómo llegaron hasta ahí, o probablemente ya no querían recordar por qué llegaron.

Los principales problemas que enfrentan los pepenadores, son entre otros, la desnutrición, la insalubridad, las altas tasas de mortalidad infantil, la baja esperanza de vida, la falta de servicios públicos (agua, luz, drenaje), el alcoholismo en adultos y niños, las rústicas “viviendas” de lámina y cartón, el analfabetismo, la deserción escolar. Además otros problemas de carácter socio-cultural y de otras índoles como la promiscuidad, la prostitución, etc.

Entre la población ocupada en el manejo de la basura se distinguen dos tipos de trabajadores, por un lado *los asalariados* del Estado que se encargan de la recolección de los desechos sólidos, base organizada y ligada a todo el aparato político, sindical, e institucional, y un segundo grupo constituido por *los pepenadores* (que seleccionan los desechos reutilizables) trabajadores activos pero con una base de trabajo muy inestable y que están también “ligados” a las empresas, pero no son considerados como parte de ellas, ajenos a la nómina del gobierno.

De esta manera se le da legalidad y un ordenamiento específico a las relaciones entre los pepenadores (considerados a un nivel de obreros, para los cuales el Estado simplemente permite la asociación), y los industriales, entre los cuales, existe una permanente interdependencia ya que los primeros se ocupan de la recuperación de materiales aprovechables de los residuos y los segundos, de la reutilización de estos materiales para elaborar bienes de consumo, que requieren o pueden usar de estos desechos en sus ciclos productivos.

La basura es una materia prima que se transforma en mercancía cuando recibe la fuerza de trabajo que le aplican los recolectores y los pepenadores que separan los desechos por grupos de productos, por lo que la basura al ser beneficiada con el trabajo de los pepenadores, adquiere un valor monetario, esto es, que se le agrega valor por medio del trabajo. Lo anterior podría expresarse así: **Basura + Fuerza de trabajo = Mercancía.**

Los pepenadores conforman un grupo social organizado, cuya labor es eminentemente útil al sistema productivo, con su propia estratificación social, manipulada y controlada por

los respectivos líderes que ocupan los puestos de mando en esas comunidades,¹⁴ integrando así la llamada “sociedad de la basura”, la cual no cuenta con ningún control legal o fiscal.

En la década de 1990 solo existió en el Distrito Federal el tiradero de basura de Santa Catarina, controlado por pequeños grupos de *líderes*, quienes explotaban a los pepenadores escudándose en grupos de tipo *sindical*, entre los que destaca una organización surgida a principios de la década de 1960 que se conoce como Unión de Pepenadores de los Tiraderos de Basura del DF, “La Unión”.

La Unión de Pepenadores de Santa Catarina en el Distrito Federal está compuesta por una serie de microempresas y pequeñas empresas, en las cuales se les daba trabajo a muchas familias, las que se dedicaban a seleccionar las botellas, a limpiarlas y a darles un tratamiento para que no sean desperdicio. Las latas se someten a un proceso especial, para posteriormente hacerla una hoja, que es vendida a las empresas, a las cuales les cuesta 75% menos que comprar material nuevo.¹⁵

Una familia de pepenadores estaba formada por un promedio de seis personas, donde las mujeres seleccionan el papel y cartón, los jóvenes buscan el hueso, la lámina, el fierro o el vidrio, los niños seleccionan las botellas, el plástico, las *chacharas*; mientras los hombres clasifican los desechos en bultos, pacas y costales, los amarran y los llevan al *pesadero*.

Los gremios de pepenadores de las plantas (San Juan de Aragón, Santa Catarina y Bordo Poniente), que tienen diferentes denominaciones, todavía no cuentan con reconocimiento legal como sociedades mercantiles, pero si están registrados ante Notario Público, cuya consecución están gestionando. En los noventas esas organizaciones aparentemente operaban como cooperativas, pero no eran tales, ya que los pepenadores no recibían los beneficios que corresponden a los cooperativistas; más bien fueron empresas privadas informales.

¹⁴ La diferencia de precio entre lo pagado a los pepenadores y los precios de venta de los productos hacia el exterior es de 1 a 8 veces en promedio.

¹⁵ Asamblea de Representantes Primera Legislatura, *Memoria del foro sobre Servicios de Limpia y Recolección de Basura en el DF*, Mayo 1995, p. 28.

En la planta de San Juan de Aragón, son asalariados controlados por el líder un mínimo de trabajadores dedicados al acondicionamiento, hasta darle valor agregado a los productos recuperados. Se desconoce el salario que perciben, pero se presume que es igual o menor al salario mínimo legal, y además no cuentan con los beneficios sociales que dispone la ley. Obviamente la situación socio-económica de este grupo es inferior al de los seleccionadores.

Los gremios de pepenadores tienen el control de los sub-productos de las plantas de selección, cuentan con una subvención cuantiosa del GDF tanto para financiar las inversiones, como también para subsidiar gasto corriente de operación y mantenimiento de las plantas, así como otras asignaciones que benefician a los pepenadores.¹⁶

El número de personas que se dedican a la recolección callejera ha crecido considerablemente, ya que en 1993 eran 30 mil familias las que vivían de este negocio, en enero de 1997, cerca de 72 mil familias y en 1998 ya superaban las 72 mil familias.¹⁷

Existe un grupo de pepenadores denominado *nocturnos*, que son indigentes o subempleados que recorren distintos rumbos de la ciudad por las noches, y que trabajan en forma individual, separados del grupo de pepenadores de los tiraderos de basura.

En la década en mención existió una organización mercantil suficientemente sólida –aunque no legalmente constituida– que hizo del reciclaje una opción, no sólo de sobrevivencia para las miles de familias que practicaban la pepena, sino también para innumerables negocios de comercialización que existieron por toda la ciudad y en la República, e industrias que producían con costos de producción muy bajos gracias a este mercado, ahorrándose los costos de materia prima nueva.

¹⁶ Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Informe Intermedio para el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, México, 1998.

¹⁷ Estos datos estadísticos fueron tomados de diferentes notas periodísticas de la década de 1990 de: El Financiero, La Jornada, Reforma y La Prensa.

B. Reciclaje.¹⁸

La diversidad de materiales que componen la basura, su incremento constante y su potencialidad para ser reciclados, los convierten en fuente de ingreso para la población marginada que se dedica a seleccionarla en forma individual, o en grupos organizados en lugares que van desde las calles y tiraderos clandestinos, hasta sitios formales como las Plantas de Selección.

Estos materiales, son recuperados en forma rudimentaria por los propios recolectores del servicio de limpia o por los pepenadores. Los productos así recuperados son comercializados por medio de intermediarios, bajo un régimen de economía informal generando grandes evasiones de impuestos y otras anomalías, como la explotación de las personas dedicadas a recuperar este tipo de materiales, y las pésimas condiciones en que se realiza esta labor.

Si bien es justamente en el manejo de los residuos donde existen muchas posibilidades para la intervención del sector privado, pero hasta el momento se recurre a esto de modo eventual. La forma de intervención más difundida es la participación del sector informal, especialmente en la clasificación de materiales reciclables. Aquí existen estructuras que se han ido estableciendo a lo largo de muchos años, y que representan posibilidades de ocupación importantes para los grupos más pobres de la población.

Si bien el reciclaje no es propiamente la mejor opción, ya que lo óptimo sería que se redujera la producción de desperdicios, en la actualidad es de gran importancia la labor que los recolectores, pepenadores y selectores llevan a cabo en este campo. La cadena del reciclaje comienza con la prepepena urbana o la pepena que se da en los camiones de recolección, ahí se recogen y se separan básicamente materiales como cartón, vidrio y aluminio y eso se vende a un *recopilador*, el cual los procesa, limpia y junta para venderlos a un intermediario especializado que se encarga de compactar los materiales y a su vez, los vende a empresas que reciclan estos materiales.

¹⁸ Se define como reciclaje al método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos y de reutilización. Gaceta Oficial del DF, *Ley Ambiental del Distrito Federal*, 13 de enero de 2000, artículo 5°.

El reciclado tiene por objeto la recuperación en forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos sólidos, este sistema de tratamiento debe someterse al nuevo concepto de gestión que tiende a lograr los objetivos siguientes: conservación y/o ahorro de recursos naturales; disminución de los residuos que hay que eliminar; conservación y/o ahorro de energía; y protección del medio ambiente.

La industria del reciclaje propicia un ahorro considerable de recursos, aun cuando existen barreras de carácter tecnológico para la aplicación del reciclaje. Al respecto cabe mencionar que en la actualidad se busca una alta calidad en los productos, por lo que las materias primas deben ser de altísima calidad, lo que obliga al proceso de reciclaje a ser casi perfecto. Ya a principios del siglo XXI una gran parte de los productos que se encuentran en los aparadores de las tiendas contienen materiales reciclados.

Los procesos industriales de reciclado suponen un consumo de energéticos y cuanto mayor sea la fracción de subproductos para recuperar, mayores y más complicados son los medios necesarios para su recuperación. Por lo anterior únicamente se justifica la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas vírgenes quede compensada por la diferencia de precio. De ahí que se deban englobar los distintos componentes en grupos: *inertes* (metales, vidrio, restos de reparaciones domiciliarias, tierra y cenizas), *fermentables* (materia orgánica putrecible: pan, pescado, conchas, y restos vegetales y animales), *combustibles* (papel, cartón, plásticos, madera, gomas, cueros, textiles, etc.), *sanitarios* (pañales y toallas sanitarias) y *de manejo riesgoso* (hospitalarios e industriales).

C. Plantas de Selección (P/S).

Una planta de selección y aprovechamiento es un conjunto de instalaciones cuyo objetivo primordial es la recuperación de materiales diversos reutilizables procedentes de la basura recolectada y se compone principalmente de las siguientes áreas: accesos, patio de recepción de residuos sólidos, área de selección, zona de recuperación magnética, área de acondicionamiento y embalaje, zona de rechazo, patio de maniobras y áreas de administración y de servicios.

Las Plantas de selección ofrecen mejores condiciones de trabajo para los seleccionadores, ya que son áreas cubiertas, con la infraestructura necesaria para desempeñar la actividad de selección, y además cuentan con las instalaciones sanitarias básicas de un centro de trabajo.

Los objetivos iniciales para la instalación de las P/S fueron facilitar las actividades de reciclaje, además de incrementar el bienestar social mejorando el ambiente de trabajo de los pepenadores y convirtiéndolos en trabajadores de dichas plantas. Por esto la organización y operación de las plantas la realizan de manera coordinada la DGSU y los gremios de pepenadores.

El mantenimiento de equipos e instalaciones, la recepción de residuos, y la coordinación general de las plantas las lleva a cabo la DGSU, en tanto que las tareas de selección, acondicionamiento, y comercialización de los subproductos las realizan cada uno de los grupos de pepenadores convertidos en selectores.

Al finalizar el siglo pasado, el DF contaba con tres P/S con una capacidad instalada conjunta de 6,500 toneladas por día, donde la tasa de recuperación por planta iba desde el 4 hasta el 6%. El problema de la baja tasa de recuperación de materiales de las P/S se debe a que trabajan con residuos mezclados. A esto, hay que añadir que las líneas de recuperación en la actualidad están excesivamente sobrecargadas con residuos, por una parte porque el grosor de la capa de residuos en las bandas de selección -que es un factor determinante para la eficiencia de la selección-, es de hasta 40 ó 50 centímetros; lo que impide que los trabajadores puedan identificar plenamente los materiales y los obliga a vaciar y abrir la capa de residuos a mano, perdiendo un tiempo valioso en esta operación. Por la otra, la velocidad de los transportadores de las bandas de selección es de hasta 20 metros por minuto, lo que hace que la recuperación de materiales disminuya considerablemente.

En estas plantas se recuperan únicamente los materiales que tienen un valor muy cotizado en el mercado, pero los que tienen un valor escaso aunque sean reciclables, no son recuperados ya que se buscan los materiales más limpios o puros, y la recuperación cuantitativa no es el objetivo perseguido en dichas instalaciones.

En el siguiente cuadro se presenta el total de toneladas recibidas en las tres plantas de selección, y el gasto ejercido en ellas por el GDF entre los años de 1992 y 1999.

Cuadro 14
Toneladas procesadas y gasto ejercido en las plantas de selección.

Año	Toneladas procesadas ^{3/}	Miles de pesos erogados	Miles de pesos Toneladas
1992 ^{1/}			
1993 ^{1/}			
1994	193,813.0	11,187.3	0.0577
1995	794,827.5	25,270.6	0.0318
1996 ^{2/}	1,211,443.0		
1997	1,765,882.0	67,808.9	0.0384
1998 ^{2/}	1,678,807.2		
1999	1,719,688.4	48,783.3	0.0284

FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.
Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

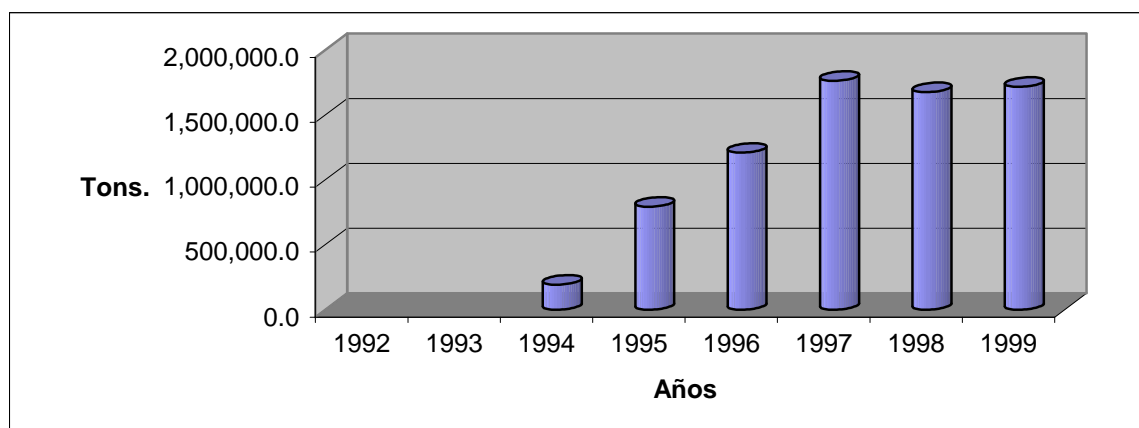
1/ En esos años funcionó la Planta incineradora de Aragón, por lo cual los datos no se reportan en el cuadro.

2/ No fue posible disponer de los datos de Cuenta Pública, referentes al gasto ejercido en 1996 y 1998.

3/ Estos datos se refieren a toneladas procesadas y no se hace referencia a toneladas recicladas.

Enseguida se muestra una representación gráfica de las toneladas de residuos sólidos procesados en las plantas de selección. Para los años de 1992 y 1993 los registros correspondientes se refieren a las toneladas de residuos incinerados, por lo tanto no se presentan ni en el cuadro estadístico, ni en la gráfica por no ser comparables.

Gráfica 4
Toneladas procesadas en plantas de selección de residuos sólidos.



FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.
Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

El diseño original de las Plantas de Selección especificaba para la operación óptima una velocidad del transportador de 8 a 14 metros por minuto; una capa de residuos de 20 centímetros de espesor; y una proporción entre volumen y peso de 0.35 a 0.40 kg por litro. Sin embargo, no se pudo cumplir con los requisitos de diseño por las grandes cantidades de residuos recibidos de los grupos de selectores. Esto obligó a aumentar la velocidad de los transportadores y el grosor de la capa de residuos.

Esta situación podría corregirse si de origen fueran separados los residuos que se generan en los domicilios, fabricas, escuelas y oficinas.

a) Planta de Selección en San Juan de Aragón.

Tiene una capacidad instalada de 2,000 toneladas por día, con cuatro bandas de selección en dos módulos. En el año de 1997, las cantidades mayores de subproductos recuperados correspondieron a plásticos, vidrio, cartón, papel y lata ferrosa, que representaron el 86% del total recuperado.

El personal de seleccionadores de esta planta en ese año, fue de aproximadamente de 500 trabajadores, distribuidos en tres turnos: matutino, vespertino y nocturno, el promedio de seleccionadores por día fue de 458. Esta planta se encuentra ubicada en: Avenida 608 esquina Avenida 412, en la Colonia San Juan de Aragón, en la Delegación Gustavo A. Madero.

b) Planta de Selección en Bordo Poniente.

Tiene una capacidad instalada de 2,000 toneladas por día con cuatro bandas de selección, la mayor parte de subproductos recuperados corresponde a plásticos, vidrio, lámina, y papel, en ese orden, que representan el 89% del total recuperado.

El personal de seleccionadores de esta planta fue aproximadamente de 400 trabajadores, distribuidos en tres turnos de ocho horas: matutino, vespertino y nocturno; el promedio de seleccionadores que en 1997 trabajó por día fue de 350. Esta planta se encuentra ubicada en: Prolongación Anillo Periférico s/n, Zona Federal del Lago de Texcoco.

c) Planta de Selección en Santa Catarina.

Esta planta empezó a funcionar en febrero de 1996, un año y ocho meses después que las dos primeras, con tres bandas de selección y una capacidad instalada de 1,500 toneladas por día, en 1997 la capacidad de esta planta se amplió en 1,000 toneladas, llegando a 2,500 toneladas por día. La mayor parte de subproductos recuperados corresponden a vidrio, plástico, cartón, papel y lámina, que representan el 86% del total recuperado.

El personal de seleccionadores de esta planta fue aproximadamente de 400 trabajadores, distribuidos en dos turnos, donde el promedio de seleccionadores que en el último año mencionado trabajó por día, fue de 353. La ubicación de esta planta es: kilómetro 22.5 autopista México-Puebla, La Paz, Estado de México. En el anexo núm. 4 se presentan las cifras históricas actualizadas de la recuperación total de materiales en plantas de selección y aprovechamiento antes mencionadas, para el periodo comprendido entre 1995 y 2000.

No hay duda que los ex-pepenadores y sus familias están en mucho mejor condición socio-económica que cuando pepenaban la basura en los tiraderos abiertos de hace 15 años, aunque a un costo muy alto para el GDF. Ese costo alto con que el GDF subsidia a las plantas de selección, en realidad lo está pagando la sociedad del DF, ya que parte de los tributos que abona al gobierno son destinados al pago de ese subsidio, en lugar de dirigirse a otros proyectos de beneficio social.

3. Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos.

La historia moderna del sistema de tratamiento y disposición final de residuos en el DF, se inicia desde la década de 1980 y puede dividirse en tres etapas: un primer periodo que va hasta 1985, otro que abarca hasta los años en que la DGSU da inicio a la modernización y mejoramiento de su sistema de manejo de los residuos sólidos y el último que se extiende desde la década de los noventa y hasta el año 2000.

El primer período abarca hasta 1985, cuando no existió un control racional en el manejo de los residuos sólidos, los desperdicios se arrojaban en tiraderos a cielo abierto, mientras simultáneamente se llevaba a efecto la pepena. El impacto ambiental de tales tiraderos obligó a las autoridades a tomar acciones serias, entre otras cerrar el sitio de Santa Cruz Meyehualco.

A partir de 1985, después de que la DGSU llevó a cabo una evaluación de cada uno de los tiraderos que existían, encontró que la mayor parte de ellos eran inaceptables para el equilibrio ambiental y la salud humana, por lo que procedió a cerrarlos y a llevar a cabo a partir de 1988 obras de limpieza y forestación en la mayor parte de los sitios cerrados. En este segundo periodo se abrió el sitio de disposición final Bordo Poniente, en el cual se introdujo la técnica de relleno sanitario. Los años que siguieron pueden considerarse como el lapso durante el cual empezó a tomar forma de manera más adecuada el manejo de los residuos sólidos. En 1987 la DGSU clausura el viejo tiradero de Santa Fe y lo sustituye con el relleno sanitario Prados de la Montaña, el cual concluyó su vida útil en 1994.

El tercer período corresponde a los años más recientes, y se caracteriza por las actividades que ha realizado la DGSU para modernizar y mejorar su sistema del manejo de los residuos sólidos y hacerlo más favorable para el ambiente. Para estos propósitos, la DGSU ha tratado de introducir metodologías y técnicas como el tratamiento intermedio y la recuperación de recursos de manera sistemática.

Debido a la creciente generación de residuos sólidos pastosos o líquidos, cada vez más abundantes en cantidad, y cada vez mas peligrosos por su composición, algunos de los cuales son prácticamente imposibles de recoger y tratar, ya sea para reciclarlos o para

almacenarlos sin riesgos, es necesario elegir cuidadosamente el método con el cual se van a tratar.

Los sistemas de tratamiento más utilizados en el Distrito Federal son: el compostaje y el relleno sanitario, desarrollándose al mismo tiempo el reciclado, siendo los más beneficiosos para el entorno el compostaje y el reciclado. A continuación se describen los métodos mediante los cuales se ha tratado y dispuesto de los residuos sólidos generados en el DF.

A. Compostaje.

El compostaje consiste en separar de las basuras los elementos fermentables, que deben ser tratados por microorganismos aerobios, para obtener el denominado abono orgánico, y esto se consigue separando los elementos no fermentables.¹⁹

Para evitar la emisión de dioxinas²⁰ y de gases, el compostaje se efectúa mediante un proceso en condiciones controladas de descomposición biológica por vía aerobia (fermentación), de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, se realiza preferentemente con residuos de poda y jardinería, así como con material resultante del acopio selectivo en mercados e industrias agroalimentarias. La fermentación puede ser natural (al aire libre), o acelerada (en digestores²¹); en el primer caso tiene una duración de tres meses, y de quince días en el segundo.²²

Los materiales susceptibles de transformarse en composta son variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, desperdicios agrícolas y de cocina, y en general, cualquier residuo orgánico; debido al humus contenido en la composta

¹⁹ Pereira M. José, Rodríguez A. Rolando, *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*, Editores Técnicos Asociados, Barcelona, 1980, p. 14.

²⁰ Dioxinas: éstas se producen siempre que se expone materia orgánica y cloro a altas temperaturas, sea madera o sal o el plástico PVC. Existen 75 tipos diferentes de dioxinas, las más tóxicas de todas son las que tienen cloro.

Las razones que hacen de las dioxinas una amenaza tan grave son, por un lado, sus propiedades intrínsecas como estabilidad en el ambiente, afinidad por las grasas y capacidad de desplazarse grandes distancias; por otro, su toxicidad a animales y seres humanos. Greenpeace México.

²¹ Este sistema puede subdividirse en dos categorías: Flujo tipo pistón y dinámico. JICA, *op. cit.* pp. 7 - 8.

²² Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto, por lo que la cantidad de agua que contienen los residuos sólidos (la humedad oscila entre 40 y 60% en peso), tiene una gran

y a otras propiedades, es más benéfico para el suelo que los estiércoles y otros residuos orgánicos. Por lo que se puede decir que la composta mejora química, física, y biológicamente el suelo, lo que permite ahorrar fertilizantes, pero no sustituirlos.

Para el año de 1974 en la Ciudad de México se instaló una planta de compostaje, que fue operada por la Delegación Gustavo A. Madero, la cual tenía una capacidad de procesamiento de 18,000 m³ al año. Fue desmantelada en 1993, por fallas en el proceso a los que puede atribuirse algunos de los siguientes problemas:

- La baja productividad de la planta, debido a la escasez de recursos de la delegación para su operación y mantenimiento;
- La introducción de residuos municipales mixtos en el proceso; y
- La difícil comercialización de la composta debido a las impurezas que contenía procedente de vidrio y plástico.

En 1996 operó una pequeña instalación en la Alameda Oriente, la cual producía 40 toneladas diarias de composta a partir del uso de residuos de jardinería y alimentos caducos.²³

B. Incineración.²⁴

Es una técnica de tratamiento que consiste en eliminar la mayor parte del volumen de los residuos mediante su combustión o quemado y a través del cual se facilita su transformación en gases, cenizas y escoria, con el fin de reducir su volumen.

De 1980 a 1982 operó una planta piloto de incineración para los residuos sólidos en el DF, con instalaciones para el tratamiento de emisiones, mismas que en ese tiempo se consideraron de alta calidad. No funcionó porque estaba diseñada para una composición

influencia sobre el poder calorífico útil de las basuras, así como en la transformación biológica de las materias fermentables.

²³ Fue la predecesora de la actual planta mencionada de compostaje inaugurada en el año 2001, y ubicada en los mismos terrenos del relleno sanitario; la cual por salir del periodo de tiempo comprendido en este trabajo queda fuera y no es sujeta de estudio.

²⁴ La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

diferente de residuos que debían procesarse en ella y no para los que se generaban en la Ciudad de México.

De manera irregular y no controlada en algunos domicilios y pequeñas fábricas se ha practicado la incineración de basura, ya sea por una aparente comodidad a por la falta del servicio de recolección en esos domicilios o zonas de la ciudad. Situación que genera problemas ambientales por los gases y las partículas que se despiden al medioambiente al no tener control alguno de las emisiones que se provocan.

C. Disposición Final²⁵ (rellenos sanitarios).

Los rellenos sanitarios se han utilizado a partir de los años 80 como una alternativa para minimizar los daños ecológicos que los tiraderos a cielo abierto producen. Este sistema básicamente consiste en recibir los residuos generados de forma doméstica y algunos industriales catalogados como no peligrosos en un terreno dispuesto por el gobierno, en donde los residuos se compactan y son cubiertos por capas de tierra.

A pesar de que este sistema es uno de los más usados en la actualidad, presenta aspectos técnicos y científicos que tienen que ser cuidadosamente analizados por las autoridades ambientales y la ciudadanía, con el fin de que los rellenos sanitarios dispongan de un estricto control durante su operación, así como al final de su período de vida útil.

Un relleno sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicios al medio ambiente y sin generar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos sólidos en el menor área posible, reduciendo mediante compactación, su volumen al mínimo posible y cubriendo la basura ahí depositada con una capa de tierra con la frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada. El objetivo del relleno sanitario es establecer una barrera entre el ambiente y la basura, reducir y controlar las emisiones gaseosas²⁶ y

²⁵ Se define como disposición final, a la acción de depositar los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas y al ambiente. Artículo 5°, *Ley Ambiental del Distrito Federal*, Gaceta Oficial del DF, publicada el 13 de enero de 2000.

²⁶ La basura orgánica, cuando se descompone produce metano (gas que atrapa la energía solar y provoca junto con otros gases, el aumento de la temperatura global), una molécula absorbe 20 veces más calor que una de CO₂. *Las "R" de Yves Rocher*, //pp.terra.com.mx/~asilva/yecol.htm

evitar la infiltración y fugas de los líquidos lixiviados²⁷ producidos durante la descomposición de los residuos.

El depósito de residuos supone un volumen de éstos muy grande, y por consiguiente requiere de extensos y numerosos terrenos, algo difícil si se tiene en cuenta que el número de predios disponibles en cualquier comunidad es limitado. Además, hay que transportar los residuos largas distancias.

Para ubicar un relleno sanitario en el lugar más conveniente, se analizan sitios probables, los cuales se evalúan considerando los criterios de evaluación propuestos por SEDESOL: vida útil, tierra para cobertura, topografía, vías de acceso, vientos dominantes, localización del sitio con respecto a la mancha urbana, geología, geohidrología, hidrología superficial y tenencia de la tierra.

Cuadro 15
Beneficios ecológicos, sanitarios y sociales de un relleno sanitario.

FACTORES	TIRADERO A CIELO ABIERTO	RELLENO SANITARIO
Suelo	Grave contaminación, pérdida de valor.	Evita contaminación, y se

²⁷ El lixiviado es: el líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contienen en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos, y que pueden dar lugar a la contaminación del suelo y cuerpos de agua, provocando su deterioro, llegando a presentar un riesgo potencial a la salud humana y demás organismos vivos. Grupo parlamentario del Partido Verde Ecologista de México, *Iniciativa de Ley para la prevención y gestión integral de los residuos*.

Hay diferentes formas de tratamiento para esta sustancia, entre las que resalta el físico químico, y la disposición en tinas de evaporación.

		recuperan terrenos inútiles.
Agua	Contaminación de agua superficial y subterránea.	No existe contaminación.
Aire	Producción de polvos, humos y gases tóxicos por incendios.	No existen emisiones por incendios.
Flora y Fauna Silvestre	Intoxicación y muerte	No afecta
Fauna Nociva	Proliferación de moscas, ratas, etc.	Se controla
Sanitarios	Proliferación de vectores de enfermedades infectocontagiosas y de otros tipos.	Control total de vectores
Socioeconómicos	Afecta actividades agrícolas, pecuarias, comerciales, recreativas y de asentamientos humanos. Propicia actividades económicas en condiciones deplorables.	Afectación mínima.
Paisaje	Modificación negativa.	Afectación mínima.

FUENTE: SEDESOL, *Manual Técnico-Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal*, México, Noviembre de 1995.

Un relleno sanitario es un sistema de conversión o estabilización de la basura, en el que existe la generación de “biogas”²⁸ –que puede emplearse como combustible–, durante el proceso de conversión; y de lixiviados. Ambos productos deben capturarse y controlarse para evitar la contaminación del suelo, del agua y del aire.

Las operaciones de los rellenos sanitarios se realizan depositando los residuos en una depresión o zanja natural o artificial, o bien vaciándolos en un terreno a nivel de suelo, comprimiéndolos hasta el menor volumen posible, cubriéndolos de tierra u otro material, y apisonándolo de forma sistemática.²⁹ Esto resuelve el problema inmediato que representa la disposición de los residuos sólidos.

²⁸ La materia orgánica constituyente de los residuos sólidos es transformada en los rellenos sanitarios por bacterias facultativas y anaerobias mediante una serie de reacciones que dan por resultado la formación de metano 55%, dióxido de carbono 40%, vapor de agua y otros 5% (mezcla gaseosa comúnmente conocida como biogás).

La producción de biogás se estima entre 9.9 y 12.5 m³ de biogás/mínuto por millón de toneladas de basura depositada en un relleno sanitario, calculando que la capacidad máxima aprovechable es de 6 megawatts (MW) con una recuperación del biogás del 60%, por lo que hipotéticamente, al aprovechar este para la generación de electricidad, se ahorrarían seis millones de barriles de petróleo al año y se evitaría la emisión de 11.5 millones de toneladas de bioxido de carbono (CO₂) a la atmósfera en el mismo período.

Dicho gas debe limpiarse de partículas sólidas antes de ser utilizado en un motor de combustión interna, mismo que se acopla a un generador de energía, la que una vez acondicionada, puede suministrarse a la red de distribución más cercana y a las poblaciones vecinas. JICA, *op. cit.*

²⁹ Institute for solid wastes of american public works association, *Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos*, Madrid, 1976, p. 74.

En 1982 se clausuro Santa Cruz Meyehualco, para 1985 ya se habían clausurado Milpa Alta, Tlalpan, Tlahuac, San Lorenzo Tezonco, en 1987 se cerro Santa Fe y en el año de 1991 se disponía de la basura generada en el DF en tres rellenos sanitarios: Bordo Poniente, Prados de la Montaña y Santa Catarina,

El relleno sanitario de Prados de la Montaña, ubicado en el extremo noreste de la Delegación Álvaro Obregón, clausurado en 1994, es una clara muestra de la necesidad de controlar las emisiones de gases por el poder combustible de estos, y de líquidos para evitar el deterioro ambiental.³⁰

El siguiente cuadro presenta la disposición final de residuos sólidos (volumen) en rellenos sanitarios operados por la DGSU y el gasto ejercido para la operación de los mismos entre 1992 y 1999.

Cuadro 16
Disposición final y gasto ejercido por el GDF en rellenos sanitarios.

Año	Toneladas anuales	Miles de pesos anuales	Miles de pesos Toneladas
1992	4,443,175.0	75,449.7	0.0170
1993	4,364,444.0	88,455.8	0.0203
1994	4,535,831.0	102,166.5	0.0225
1995	3,765,179.8	83,843.3	0.0223
1996 ^{1/}			
1997	3,942,955.6	110,092.2	0.0279
1998	3,874,752.2		
1999	4,645,457.7	122,382.3	0.0263

FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.

Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

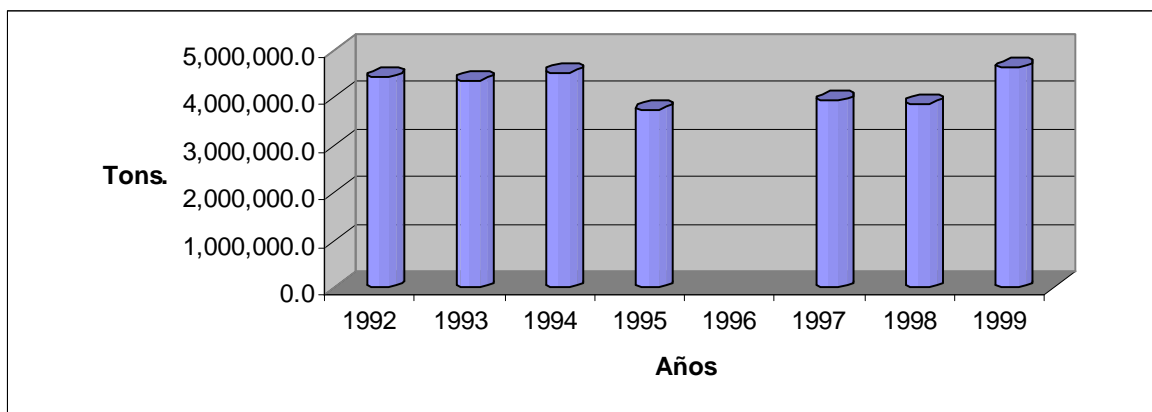
1/ No fue posible disponer de los datos de Cuenta Pública de 1997, referente a las acciones y gasto de 1996. Asimismo no se contó con el importe del Gasto ejercido en el año de 1998.

En el anexo núm. 5 se presenta el volumen en toneladas, del manejo de residuos sólidos (basura) en el Distrito Federal, por sitio, para el periodo comprendido entre los años de 1995 y 2000. Asimismo, en la siguiente gráfica se muestra el comportamiento registrado en los volúmenes de desechos depositados en los rellenos sanitarios operados por la DGSU, para el periodo comprendido entre los años de 1992 y 1999.

³⁰ Arvizu Fernández José Luis, *Energía a partir de la basura*, Boletín IIEc, nov-dic 1997.

Cabe hacer notar que en el año 2000 los sitios de disposición final del Distrito Federal, recibieron un promedio diario de 11,850 toneladas que fueron arrojadas según la técnica de relleno controlado en Santa Catarina y en Bordo Poniente.

Gráfica 5
Disposición final de Residuos Sólidos en Rellenos Sanitarios.
(Toneladas)



FUENTE: Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993, 1994 y 1995, Tomo 1.
Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1998, 1999 y 2000, Tomo 1.

En el anexo núm. 6 se presenta el volumen de residuos sólidos manejados por sitio para los años de 1982 a 2000.

a) Bordo Poniente.

En el relleno sanitario Bordo Poniente se utiliza un recubrimiento impermeable de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de un milímetro de espesor para cubrir el fondo. Asimismo, el proceso de relleno sanitario de este sitio cumple con las medidas establecidas para tal efecto: eliminación de biogas, cubierta final de tierra con una capa de suelo vegetal y líneas parciales de recolección de lixiviados por lo que existen realmente pocos problemas operativos.

En 1985 dio inicio la recepción de residuos sólidos en este relleno, en la zona federal del Lago de Texcoco, que al contar con una superficie total autorizada de 1,000 hectáreas, ha tenido que trabajarse por fases o etapas. Al respecto **la primera etapa** operó de enero de 1985 a junio de 1992, periodo en el cual recibió 3,323,247 toneladas; **la segunda** recibió de

octubre 1986 a febrero de 1991 un total de 3,659,368 toneladas; **la tercera** funciono de febrero de 1992 a diciembre de 1994, lapso en el que recibió 5,819,892 toneladas de residuos sólidos; y desde enero de 1995 a la fecha opera **la cuarta etapa** habiendo recibido un total de 24,610,876 toneladas. Por la conformación de macroceldas y el uso de equipos especiales de compactación, se ha logrado prolongar la vida útil de esta etapa (programada para febrero de 2001) al año 2004; al clausurarse ésta entrara en funcionamiento la “**Etapa V**”, estimándose para ésta una vida útil hasta el año 2010.

De la superficie total, 43 ha. corresponden al sitio Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, clausurado en 1985; 75 ha., fueron de la primera etapa; 85 de la segunda, 105 de la tercera y 420 de la cuarta,³¹ para un total de 728 ha., quedando pendiente tan sólo 272 para una futura quinta etapa, la cual no se ha definido. En el anexo núm. 7 se presentan las cifras históricas actualizadas del ingreso de residuos sólidos a este relleno sanitaria por etapa entre 1985 y 2000.

b) Santa Catarina.

El sitio de disposición final de Santa Catarina, cuenta con fondo de trabajo ancho para el relleno, y cumple con las medidas impuestas para tal efecto: eliminación de biogas, cubierta final de tierra con una capa de suelo vegetal, y líneas parciales de recolección de lixiviados. Este sitio va a ser cerrado a finales del año 2001, debido a que se ha agotado su capacidad, últimamente sólo recibe los residuos rechazados en la planta de selección del mismo sitio, hasta su clausura total.

4. Aspectos del manejo de los Residuos Sólidos en otros Países.

La Organización de Comercio y Desarrollo Económico (OCDE) define a los residuos como aquellos materiales generados en las actividades de producción y consumo, que no alcanzan, en el contexto en que son producidos, ningún valor económico. Asimismo la

³¹ De las 420 hectáreas de la cuarta etapa, sólo 320 son utilizadas para la disposición final; las 100 restantes son ocupadas por la planta de selección y aprovechamiento de residuos sólidos Bordo Poniente, la planta mecanizada de composta, oficinas administrativas y zona de amortiguamiento. Dirección General de Servicios Urbanos.

Comunidad Económica Europea³² (CEE) especifica que se entiende por *residuos* cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tiene la obligación de deshacerse.³³

Los países desarrollados se libran de sus residuos mediante rellenos sanitarios, incineración –con o sin recuperación de energía–, el reciclaje, y en menor medida, el compostaje; en tanto que en los países en desarrollo, el porcentaje de basura que es posible recolectar generalmente se deposita en tiraderos a cielo abierto donde proliferan olores desagradables, fauna nociva, incendios y "pepena".³⁴

A finales de la década de 1980, a nivel mundial los residuos sólidos domésticos, junto con los de los comercios, los de las industrias que no producen desechos tóxicos y los que se recolectan en la vía pública (residuos sólidos municipales), ascendieron en todos los países hasta un 90% del total de los desperdicios urbanos; de los cuales el porcentaje procesado por medio del relleno sanitario varió en los países desarrollados del 70 al 90% –con excepción de Japón, Francia, Holanda y Dinamarca en las que fluctuó entre el 30 y el 50%–, en el resto del mundo la tendencia registrada osciló entre el 85 y el 100% entre tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios.

En el siguiente cuadro se presenta una relación de las técnicas empleadas por países miembros de la OCDE para la disposición de basura urbana.

Cuadro 17
**Comparación de tecnologías para la disposición de basura urbana
en los países miembros de la OCDE.**

País	Año	Rellenos sanitarios (%)	Incineración (%)	Otros (%)
Dinamarca	1985	30	54	16
Holanda	1989	43	34	23

³² Actualmente Mercado Común Europeo (MCE).

³³ Otero del Peral Luis Ramón, *Residuos Sólidos Urbanos*, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Madrid, 1992, p. 13.

³⁴ Arvizu Fernández José Luis, *op. cit.*

Reino Unido	1989	70	13	17
Alemania	1990	77	17	6
España	1990	75	5	20
EU	1990	67	16	17
Finlandia	1990	77	2	21
Francia	1990	47	38	15
Japón	1990	24	4	2
Suecia	1990	44	41	15
Suiza	1990	15	77	8
Italia	1991	90	6	4

FUENTE: Arvizu Fernández José Luis, *Energía a partir de la basura*, Boletín IIEc, nov-dic 1997.

En países densamente poblados y desarrollados, los terrenos para la construcción de rellenos sanitarios son difíciles de encontrar, su alto costo ha obligado a buscar opciones para libarse de los residuos, como la incineración o la digestión anaerobia en tanques, entre otras. No obstante, los rellenos sanitarios continúan en práctica en la mayoría de los países del mundo y continuarán existiendo, porque las tecnologías alternas como la incineración, no han probado ser mejores que los rellenos sanitarios en sus impactos ambientales, ni en sus economías en general. Sin embargo es un negocio rentable, porque se pueden quemar mil quinientas toneladas diarias en un área de tres mil metros cuadrados, produciendo bióxido de carbono, vapor de agua y cenizas. Las emisiones de contaminantes se pueden controlar con filtros, pero este sistema no es completamente inofensivo. En el siguiente cuadro se presenta un inventario de rellenos sanitarios con aprovechamiento de biogás en el mundo.

Cuadro 18
Inventario de rellenos sanitarios con aprovechamiento de biogás.

<i>País</i>	<i>Número de rellenos con explotación de gas</i>	<i>Volumen de gas explotado (106 metros cúbicos/año)</i>	<i>Equivalente a petróleo (103 ton/año)</i>
Alemania Federal	98	400	189

Francia	9	50	23
Italia	13	38	18
Holanda	13	70.5	33.5
Reino Unido	33	178	84
Suiza	7	9	4.2
Canadá	9	26	12
Estados Unidos	244	4,300	2,000
Subtotal	426	5,071.5	2,363.7
Total general ^{1/}	481	5,142	2,396

FUENTE: Arvizu Fernández José Luis, *Energía a partir de la basura*, Boletín IIEc, nov-dic 1997.

1/ Se consideran todos los países que cuentan con al menos un relleno con explotación de gas: Bélgica, Dinamarca, Grecia, Irlanda, España, Austria, Suecia, Brasil, Chile, Colombia, Sudafrica, Australia, Hong Kong e India.

Actualmente, en los países de alto desarrollo industrial y comercial, se recicla gran cantidad de desperdicios, principalmente vidrio, papel, metal y plástico, productos que ofrecen una rentabilidad inmediata al recuperador; por otra parte, los residuos orgánicos se siguen amontonando, enterrando, o quemando.

Cuadro 19
Tendencia porcentual de utilización de sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos más comunes en países con alto desarrollo.

País	Relleno Sanitario	Incineración	Compostaje	Reciclaje
E. U. A.	73	14	1	12
JAPÓN	27	25	2	46
ALEMANIA	52	30	3	15
FRANCIA	48	40	10	3
SUECIA	40	52	5	4

FUENTE: Asamblea de Representantes Primera Legislatura, *Memoria del foro sobre el servicio de limpia y recolección de basura en el DF*, Servicio de limpia y recolección de basura en el Distrito Federal, México, mayo de 1995, p. 129.

La incineración, que era el segundo sistema de tratamiento más usado, se ha reducido del 25% en 1988 hasta un 21% en la actualidad; y hay que mencionar que los sistemas de reciclaje han aumentado de un 6% hasta un 20% o más, en países desarrollados como Alemania, Japón y los Estados Unidos.

En varias ciudades del mundo, la clasificación se hace en las mismas aceras, donde hombres y mujeres sacan la basura para separarla; esta clase de recuperación involucra a casas, escuelas, y comercios, y su auge se debe a los incentivos y correctivos impuestos por los gobiernos. Bajo el principio "Pague por su Basura", quien genera más basura paga más.

En España se estudia una ley para dar compensación monetaria a quien entregue envases de vidrio, cartón, o plástico de los que se usan en la vida cotidiana, mientras que en Alemania, el reciclar tiene un carácter obligatorio para la ciudadanía.

La utilización de los residuos para la generación de energía eléctrica es una de las soluciones que a nivel internacional ha dado excelentes resultados tanto para los inversionistas como para los gobiernos, porque además de que no producen contaminación ambiental, representa una fuente de ingresos para los inversionistas.

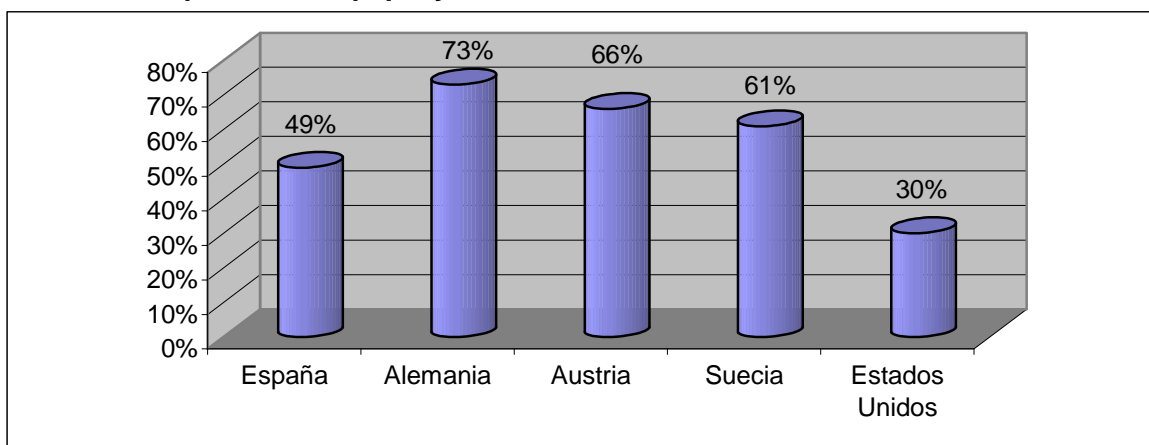
Debido a sus patrones culturales y a sus características urbanas,³⁵ en América Latina los problemas que enfrentan las autoridades en cuanto al manejo y disposición de residuos varía mucho de un país a otro, y aún internamente de una circunscripción a otra. Aproximadamente un 90% de los residuos sólidos va a rellenos sanitarios y a tiraderos a cielo abierto, y el otro 10% a reciclaje, generalmente por vías informales –a través de pepenadores y prepepena–, y a otros sistemas de tratamiento como compostaje e incineración.

Todos los países europeos han emprendido una tarea de reciclaje, pero los cuatro países con mayor porcentaje de reciclado son: Alemania 81%; Holanda 84%; Francia 55%, y España 41%; los países con menores tasas de reciclaje son: Grecia 28%, Reino Unido 26% y Turquía 25%. Por lo que puede considerarse que en Europa un 60% del vidrio de una botella procede de otra botella.

Al finalizar la década de los noventa se recuperaba para su reciclaje el 49% del papel y el cartón que se consumían en España, lo que sitúa a esa nación cerca de la media europea –alrededor de un 60% del papel desechado–, pero lejos aún de países como Alemania (73%), Austria (66%) o Suecia (61%). En Estados Unidos el porcentaje fue, en 1992 de solo 30%, pero se espera un incremento debido a que las fábricas productoras están instalando el equipo necesario, en vista de que existe gran demanda del papel reciclado en países como China, Taiwán, Corea y México. Los datos anteriores se representan en la siguiente gráfica.

³⁵ En estas naciones los residuos están recogidos por una verdadera cultura de la basura ejercida por gente de bajos recursos económicos, que ve en ella una forma de suplir sus necesidades básicas.

Gráfica 6
Recuperación de papel y cartón al finalizar la década de los noventas.



A. Estados Unidos.

En algunas ciudades de Estados Unidos se ha habituado a la población a que en diferentes días de la semana se recogen distintos tipos de residuos, lo que obliga a los usuarios del servicio de limpia a seleccionar sus desperdicios diariamente. Esto se ha conseguido ya que se cuenta con una infraestructura de reciclaje bien organizada, lo que ha permitido exportar materias secundarias. En este país el porcentaje diario registrado de generación de basura en promedio por habitante fue de 1.2 kg. en 1920, de 2.4 kg. en 1970 y de 3.6 Kg. en 1980.³⁶

En 1988, una empresa norteamericana de acereros, logró recuperar más de 56 millones de toneladas de acero mezclado en envases de hojalata, y lograron diseñar un artefacto que extrae pilas de la basura, latas por medio de imanes, las selecciona, las desmenuza y las limpian.

En los estados de Oregón, California y Carolina del Norte, se ofrecen créditos fiscales a las empresas que fabrican productos con material reusado, así como préstamos y subsidios. El reciclaje es una de las industrias de más alto crecimiento económico en los Estados Unidos, donde cada año la recuperación de los desechos genera entre 1,000 y 2,000 millones de dólares. A pesar de eso en el año de 1995 existían en los Estados Unidos más de 3,500 rellenos sanitarios y 158 incineradores.

³⁶ William Small E., *op. cit.*, p. 19.

B. Alemania.

Dentro de la cooperación al desarrollo, Alemania fomenta desde principios de los años 80, proyectos de manejo de residuos con los siguientes temas prioritarios:

- Apoyo para la elaboración de planes nacionales relativos el manejo de residuos sólidos.
- Amplia cooperación en el desarrollo o en la optimización del manejo de residuos, a nivel municipal/regional, esto incluye el apoyo en la creación y el establecimiento de dispositivos técnicos operativos, como pueden ser sistemas de recolección y transporte, plantas para el reciclado de residuos como por ejemplo: instalaciones para generación de composta y plantas para la eliminación de residuos, así como cursos de formación y capacitación para ejecutivos y personal operador.
- Fomento del manejo además de los residuos sólidos, en el marco de proyectos de desarrollo urbano y de protección del medio ambiente.
- Apoyo en la elaboración y en la puesta en práctica, de conceptos para el manejo de residuos especiales e industriales.
- Fomento de actividades de reciclado complementario, incluido el financiamiento de plantas de reciclado, en el marco de proyectos municipales de manejo de residuos ya en curso y en el de planificaciones nacionales.
- Participación del sector informal y de micro-empresas, especialmente en la recolección de basuras en barrios pobres y en zonas de difícil acceso para maquinaria grande, así como en la limpieza de calles y en la recogida y clasificación de materiales reutilizables.

Alemania es uno de los países que tienen reglas mas estrictas con respecto a la calidad de la composta. Con el propósito de producir una composta más fina que la que se produce cuando los materiales están mezclados, los alemanes están tratando de establecer un sistema para la recolección de la materia orgánica separada.

C. España.

Según datos oficiales de noviembre 1999 en España, un 11% de los residuos terminaba como composta, un 8% se destinaba al reciclaje y un 6% se valorizaba energéticamente, y el 75% de los residuos acababan en tiraderos. Este último sistema de

manejo era el más incorrecto, desde un punto de vista ambiental, para el tratamiento de residuos, y únicamente aceptable cuando el residuo no tiene otra posibilidad de procesamiento. El problema se agrava si consideramos que el 20% de los tiraderos españoles son incontrolados.

La Conferencia Internacional sobre Residuos y Energía, organizada por el Club Español de los Residuos, ha concluido que es mejor incinerar los residuos que depositarlos en rellenos. Al respecto se afirma que es imprescindible sustituir los métodos de tratamiento que producen gases de efecto invernadero, como son los tiraderos, por otros que no los producen. Con la utilización de los combustibles derivados de residuos, podría suplirse un 10% del consumo de combustibles fósiles en la Unión Europea, lo que supone un ahorro de 30 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Uno de los ejemplos que se analizaron en dicha conferencia fue la experiencia que se está llevando a cabo en el Norte de Italia, y que se ha adoptado también en el Área Metropolitana de Barcelona, consistente en la separación del llamado "food waste" (residuo de comida) en el hogar. Esto permite la obtención de materia prima de gran calidad, con un contenido en impurezas menor del 5% en la mayoría de los casos, así como una gran colaboración por parte de los usuarios (cerca de los 250 gr/persona día).

Los buenos resultados obtenidos con este sistema han hecho que se esté desarrollando en otras partes de España de forma experimental, así como en otros países europeos, si bien en el centro y norte de Europa existen otros sistemas para la recolección de "green waste" en la que se incluyen los residuos verdes de jardinería que representan un gran volumen en dichas áreas.

En la actualidad, tanto en España como en otros países europeos se está trabajando en la misma línea de "devolverle a la tierra lo que se ha extraído de ella", ya que existe un mercado importante para el abono orgánico. Con esto se logra además el doble objetivo de solucionar un problema ambiental y, al mismo tiempo, contribuir al desarrollo de la actividad económica y a la creación de empleo.

España ha entrado a formar parte de los países donde el reciclado de papel se ha convertido en una actividad normalizada y sus ciudadanos tienen plena conciencia de la

necesidad de reciclar sus residuos de este tipo. Los avances en este sentido han sido realmente importantes y casi la totalidad del papel que se produce se recicla. Durante los últimos años el reciclaje del papel es el que más ha tomado fuerza. La manera de hacerlo es muy sencilla, además de que en este proceso, participan las mismas fábricas que en primera instancia lo elaboran. Por un valor proporcional de los diarios y el papel entregado, la fábrica devolverá materiales fabricados con papel reciclado (cuadernos, papel higiénico, servilletas de papel, papel para envoltura, entre otros), los que serán distribuidos proporcionalmente en cada una de las escuelas participantes del proyecto.

Teniendo en cuenta la composición media de residuos, se puede afirmar que anualmente se tiraron a la basura cerca de 9,980,000 toneladas, de las cuales casi seis millones son de materia orgánica, dos millones y medio de papel y cartón, cuatrocientas ochenta mil de metales, y casi un millón de vidrios, cifras que representan entre el 40 y el 75% de la producción de dichos materiales.³⁷ En este país se producen anualmente 365,000 toneladas de aluminio primario –procedente del mineral bauxita– y del orden de unas 230,000 toneladas de secundario (obtenido a partir de aluminio recuperado).

También en España, los materiales recuperados de las llantas, son aprovechados por el *Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC) el cual ha desarrollado un proyecto para la utilización de estos materiales en el aislamiento acústico. El interés en la utilización de un material como el caucho, procedente de los neumáticos de desecho, para material absorbente acústico se centra en que en principio, requiere sólo tratamientos mecánicos de molienda y mecanizado. Estos tratamientos conducen a un producto de granulado y dosificado acorde con las características de absorción acústica, de gran efectividad.

D. Otras Naciones Europeas.

El Plan de Residuos de **Holanda** fija unos objetivos del 30% de reciclaje, un 30% de compostaje, el 30% de incineración con recuperación de energía y el 10% de vertido de residuos últimos. También existen plantas de compostaje destinadas a los cultivos de huerta y jardinería. En Viena, **Austria**, ciudad paradigmática de la buena gestión ambiental, el

³⁷ Otero del Peral Luis Ramón, *op. cit.*, p. 37.

esquema es 50% de valorización energética, 29% de reciclaje, 12% de compostaje y 9% al vertedero.

En Ginebra, **Suiza**, en los domicilios, los envases de cartón son reducidos de tamaño con tijeras, las botellas son clasificadas por colores en bolsas de plástico, los desechos orgánicos son envueltos herméticamente en bolsas de plástico y el resto de los materiales son almacenados por separado. Todos los días, en camino hacia las actividades diarias, un miembro de la familia debe transportar los materiales ya clasificados y colocarlos en contenedores específicos destinados a cada subproducto.

En **Francia**, los municipios recolectan y seleccionan la basura por colores y tipo de material, y por medio de un convenio entre el gobierno y las empresas privadas venden la basura a las empresas recicladoras, lo que les ahorra sustanciales costos de producción. Este país es uno de los que más utilizan el compostaje.

E. Naciones Asiáticas.

En **China**, debido a la falta de recursos naturales y a los altos precios de los subproductos manufacturados se les otorgan precios muy atractivos a los desechos, lo que ha provocado un pueblo poco generador de basura, ya que todo tipo de residuo tiene un valor y el único problema, es llevar el residuo hasta los posibles usuarios.

Existen a la vez reglamentos específicos para los ciudadanos, como el hecho de prohibir comer alimentos en la calle, o sobre las cantidades y tipos de empaque, que deben usar los productos, se imponen además multas severas a quienes incumplan tales disposiciones. Pero la principal razón para esta limpieza extraordinaria, es la cantidad de materiales que son reciclados tanto a nivel individual, comercial, institucional y hasta estatal.

En **Japón** las más recientes investigaciones sobre reaprovechamiento de desechos, han propiciado una utilización de casi el 100% de los desperdicios en ese país, para la fabricación de fertilizantes, pulpas de papel, gas para estufas, bloques de concreto y otros productos. Este elevado porcentaje de utilización se ha logrado habituando a la población en el sentido de que de acuerdo a un determinado día de la semana, es el tipo de residuo que

se recoge lo que obliga con este sistema a la población a tener que seleccionar sus desperdicios diariamente.

Con estas nuevas técnicas que se dan en Japón, en algunas ciudades, de cada 100 toneladas de desechos se obtienen 28 toneladas de fertilizantes, 25 toneladas de pulpa refinada para la elaboración de papel, 3 toneladas de metales ferrosos y el resto se procesa para obtener hidrocarburos y gas combustible para estufas, y se deja un mínimo residuo, el cual se emplea para la fabricación de bloques de concreto para la construcción.

F. Cooperación internacional multilateral.³⁸

En general puede observarse que se concede una importancia cada vez mayor a la reutilización de la basura, ya que organizaciones financieras internacionales que en el pasado apenas se preocupaban de las cuestiones relativas al manejo de los residuos –de las que el Banco Mundial es la más importante– están interesándose en este campo.

En los últimos veinte años del siglo XX el organismo citado fomentó en unos cuarenta países medidas dirigidas a mejorar la gestión municipal de residuos sólidos. En 1988 se inició un proyecto para reflejar de mejor manera las cuestiones ambientales³⁹ en las Estrategias de Asistencia a los Países del Banco Mundial, dando como resultado la preparación de una página sobre indicadores ambientales como uno de los anexos de tales Estrategias.

Los proyectos auspiciados por el Banco Mundial se rigen por las siguientes condiciones:

- Los proyectos individuales deben estar integrados básicamente en planes estratégicos de manejo de residuos diseñados para países, regiones, o grandes áreas metropolitanas.
- La gestión efectiva de las finanzas, así como la introducción de procedimientos de cálculo de costos, se consideran como parte fundamental de todos los proyectos.

³⁸ Entwicklungspolitik BMZAKTUELL, *Manejo de residuos*, Alemania, Mayo 1996.

³⁹ La Evaluación del riesgo ecológico (ERE) es la determinación de la naturaleza y probabilidad de que las actividades humanas provoquen efectos indeseables en los animales, las plantas y el ambiente. Ya que todas las

- El mejoramiento de las condiciones generales institucionales de las estructuras propias del manejo de residuos es indispensable, ya que muchos proyectos han fracasado debido a fallas institucionales, como la falta de un marco propicio para el buen desempeño de los programas determinado por la ausencia de legislación adecuada y de programas de desarrollo integrales.

Los donantes bilaterales participan en la financiación de proyectos de manejo de residuos en países en desarrollo, en parte a través de UNCHS/Hábitat,⁴⁰ pero con frecuencia también directamente. Además de medidas aplicadas especialmente en el área del manejo de residuos, existen proyectos de desarrollo urbanístico que tratan cuestiones de residuos sólidos en un contexto urbano más amplio.

actividades humanas tienen repercusiones sobre el equilibrio ecológico cercano, también se producen efectos en otros ámbitos más lejanos.

⁴⁰ Por sus siglas en Inglés *Centro de Naciones Unidas para los establecimientos humanos*. La misión de UNCHS (hábitat) es promover social y ambientalmente el desarrollo sostenible de los asentamientos humanos. Sus actividades representan la contribución de Naciones Unidas para reducir la pobreza y para promover el desarrollo sostenible dentro del contexto y de los desafíos de un mundo rápidamente urbanizado.

UNCHS (hábitat) apoya su trabajo proporcionando una amplia gama de servicios consultivos y de la asistencia técnica a los gobiernos y a las autoridades locales de mejorar sus políticas y de consolidar sus capacidades institucionales. Las áreas principales del foco de sus actividades operacionales incluyen: contenido y desarrollo urbano; infraestructura, abastecimiento de agua y servicios básicos; planeación y gerencia ambiental, gerencia del desastre, finanzas y gerencia municipal, seguridad urbana. www.unchs.org

CAPITULO III RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RECICLAJE.

“Después de muchos años de menospreciar los análisis de costo-beneficio y los estudios de impacto económico, los activistas ambientales finalmente copian una página del libro de sus enemigos. Ahora ellos luchan con sus propias cifras contra las de la industria.”¹

Los residuos sólidos están constituidos por diferentes objetos y productos que se utilizan en la vida diaria, sea en el hogar o en el trabajo, y una vez que pierden su utilidad original se *desechan*, pues aparentemente carecen de valor en el ciclo tradicional de la circulación de mercancías **producción-distribución-consumo** y pasan a formar parte de la basura.

La generación de residuos sólidos domésticos y de residuos industriales peligrosos y no peligrosos, aumenta incesantemente; con la consiguiente presión sobre la naturaleza ya que se provoca una gran entropía² en sus sistemas cíclicos de la materia, siendo que se extraen cada vez más materias primas destinadas a procesos industriales, en los que se consume una gran cantidad de recursos y energía (calor), y que en ese proceso emiten residuos contaminantes al ambiente, mismos que dañan la salud e impactan en la sociedad.

¹ Barry C. Field, *Economía Ambiental*, McGraw-Hill, España, 1995, p. 20.

² La palabra entropía fue utilizada por R. J. Clausius Ingeniero Francés en 1850 para calificar el grado de desorden de un sistema (esto es quitar un grado o índice de restricción a un sistema). Por tanto la segunda ley de la termodinámica dice que los sistemas aislados tienden al desorden.

Los sistemas biológicos y económicos no son sistemas aislados. Ambos reciben el calor del sol. Por tanto, mientras reciban más energía que la que emiten, los sistemas económicos y biológicos podrán reducir su entropía. En palabras llanas, es decir, inexactas pero comprensibles de forma intuitiva, mientras haya un sol que caliente la biomasa podrá aumentar y el producto nacional bruto mundial podrá crecer.

Podemos decir que un ser vivo sano, una empresa o una locomotora funcionando correctamente tienen entropía baja. Si aumenta el desorden en los componentes del individuo, de la empresa o de la máquina, podemos decir que su entropía está aumentando. Hay un cierto umbral, un cierto tamaño de entropía por encima del cual el ser vivo muere, la empresa quiebra y la máquina deja de funcionar. <http://www.eumed.net/flechas/entropia.htm>

La entropía es en este caso una medida del orden (o desorden) de un sistema o de la falta de grados de restricción; la manera de utilizarla es medirla en nuestro sistema inicial, es decir, antes de remover alguna restricción, y volverla a medir al final del proceso que sufrió el sistema.

Es importante señalar que la entropía no está definida como una cantidad absoluta S (símbolo de la entropía), sino lo que se puede medir es la diferencia entre la entropía inicial de un sistema S_i y la entropía final del mismo S_f . No tiene sentido hablar de entropía sino en términos de un cambio en las condiciones de un sistema.

La energía es un recurso esencial en el sentido de que si hay disponibilidad suficiente, puede ser aplicada en la producción de otros bienes materiales. La materia es preservable (excepto aquella resultante de transformaciones nucleares) de suerte que todo lo que se crea con materiales no es más que reciclable, toda vez que las acciones humanas se reducen a desplazar conjuntos de átomos de un espacio a otro.³

Desde la segunda mitad del siglo XX, se hizo conciencia de la posibilidad de agotamiento de los recursos naturales del planeta, como consecuencia de la desenfrenada carrera de industrialización y consumo. Hasta los años setenta, las materias primas eran relativamente baratas, aún así en ciertos casos el aprovechamiento de desechos industriales suponía una vía más económica para la producción; pero esta posibilidad no fue tomada en cuenta, ya que grandes sumas de dinero, provenientes de poderosas firmas industriales de renombre, apoyadas en parte por “intereses políticos”, impidieron que se introdujera el reciclado en el proceso de fabricación.

En las dos últimas décadas del siglo XX, la reutilización de materias primas pasó a un primer plano, actividad que implica la necesidad de clasificación y especialización, tendiente a hacer más racional y organizado el comercio de los productos de *desecho*. Es por esto que cuando se utiliza el termino reciclar, se refiere al hecho de procesar todo aquello que es aparente desperdicio para convertirlo en materia prima que se utiliza en la fabricación de nuevos productos, tales como: composta, papeles y cartones, vidrio, artículos de hule, metal, plástico y otros.

Los residuos dejan de ser vistos como desechos, cuando son considerados como fuente de materia prima y energía, aunque residuos se producen en cualquier lugar; pero desde luego, la cantidad de basura producida en una ciudad es mucho mayor que la producida en un poblado pequeño, por lo que las zonas de mayor producción en el país son las grandes ciudades como: el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey.

Como consecuencia del reciclamiento de los residuos, los industriales y las autoridades gubernamentales, se han percatado que a medida que es mayor este proceso,

³ García Páez Benjamín, *op. cit.*, p. 31.

se puede depender menos de la obtención de materia prima directamente de la naturaleza, aunque los costos de estos procesos son todavía elevados.⁴

Para considerar que un desecho o residuo es reciclable, debe cumplir con ciertos requisitos generales: **ahorrar energía** en la fabricación de productos, en comparación con la utilizada al procesar materia prima virgen (el costo de energía ahorrado por unidad de producto o de inversión es uno de los elementos que entran en el análisis costo-beneficio); **evitar o disminuir residuos** en los tiraderos, alargando la vida útil de las materias reutilizadas; y **recupera su valor**, con lo que se abaten los costos de producción porque es más barato utilizar materiales recuperados que materia prima virgen; **otras ventajas**, que son específicas del tipo de material reciclado.

Tradicionalmente, se ha pensado que lo más conveniente al reciclar un material es destinarlo a fabricar el mismo producto que originalmente era; sin embargo esto no siempre es lo idóneo ni posible. Al respecto cabe señalar que existe un **reciclaje primario** en el que sí se destina el material al mismo tipo de pieza, se trata, por ejemplo, que una cadena industrial utilice los artículos defectuosos como materia prima para fabricar otros nuevos; pero muchas veces esto no es posible, ocurre entonces el **reciclado secundario**, que permite que de un producto desechado, se obtenga un bien diferente.

Entre los agentes que se dedican a ofrecer los materiales en cuestión al mercado, se han identificado los siguientes: los líderes de los pepenadores, que valiéndose de intermediarios, colocan los productos en el mercado de materias primas reciclables; otra forma es la que representan los depósitos de desechos industriales que se encargan de la compra-venta de este tipo de materiales; y una última, es por medio de las mismas fabricas que venden sus desechos a otras empresas, o a los depósitos antes mencionados. Es de esta manera, y bajo estos medios que la gran mayoría de los materiales reciclables son introducidos en el mercado para su reutilización futura por las industrias que los ocupan en sus procesos productivos.

⁴ Únicamente se justifica la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Las características de los consumidores de desechos recuperados son variadas: van desde grandes empresas industriales, hasta pequeños talleres artesanales, que obtienen sus materias primas de varias formas, una de ellas es por medio de los intermediarios que trabajan con los pepenadores en los rellenos sanitarios, otra, es por medio de los llamados depósitos de desechos industriales, que se dedican a la compra/venta de los residuos reciclables de las propias fabricas que los desechan como basura y de las personas que acuden a sus locales a venderlos; directamente, y la última, compran la materia prima de primera mano. En el siguiente cuadro se presentan los principales usos que se dan a los materiales recuperados.

Cuadro 20
Mercados y principales usos de los materiales recuperados.

MERCADO	MATERIAL	USO
MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA	Periódicos, cartón corrugado y papeles	papel para periódicos tablas de fibra y material para techos.
	Metales ferrosos	reforzamiento de barras y varillas, fundición para fierro colado.
	Llantas de hule	huaraches, material para pavimentación, aceites, combustible alterno.
	Aceite	aceite vuelto a refinar, para nivelación y compactación de caminos.
	Vidrios rotos de botellas y botellas completas	vidrio para botellas, material para pisos.
	Latas de aluminio	laminas, estructuras, conductores y cables, y láminas en rollo para latas nuevas.
	Textiles	prendas de vestir, estopas y otros.
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA O COMBUSTIBLES	Desechos orgánicos	combustible para la quema de sedimentos de desechos, metanol, metano y producción de vapor o calor.
AMPLIACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE TIERRA UTILIZABLE	Desechos orgánicos	Composta.
	Todo tipo de desechos sólidos y material de demolición	material de relleno para terrenos minados y erosionados, creación de áreas recreativas.

FUENTE: El Colegio de México, A.C., *Estudio sobre desechos sólidos en el Estado de Michoacán*, Julio 1984, p. 84.

Dentro de las mas de 12,000 toneladas diarias de basura que se generan en el DF, hablar del 34% de ellas como factibles de ser recicladas, es hablar de cerca de 3,000

toneladas de materiales que pueden convertirse en materias primas alimentadoras, de un gran número de industrias que las requieran.

Los productos a recuperar son diversos, y están contenidos en el heterogéneo conjunto de los materiales que componen la basura, la cual se integra por un 50% de materiales orgánicos, y el resto de inorgánicos, de los cuales, el 34% son factibles de reciclarse entre los que se encuentran: papel, cartón, plásticos, vidrio, hojalata, aluminio, fierro y otros.

1. Composta⁵ y otros.

Los materiales de desecho de origen animal o vegetal poseen nutrientes tomados del suelo o sintetizados, necesarios para el desarrollo de nuevos organismos, en un sentido genérico son conocidos como materiales orgánicos,⁶ y requieren de un tratamiento adecuado para impedir que los nutrientes que contienen, se pierdan o se desaprovechen si no son manejados adecuadamente.

El material resultante del proceso, llamado composta,⁷ no es enteramente un abono (aunque contiene nutrientes) sino más bien un regenerador orgánico del terreno, razón por la que se le ha denominado *abono orgánico*. Dicha transformación de la materia orgánica es un proceso en el que intervienen múltiples factores: humedad, temperatura, grado de acidez, contenido de carbono, de nitrógeno y tal vez, bacterias u otros microorganismos.

Para obtener una composta de calidad que sea aceptada en el mercado y permita cerrar el periodo del reciclaje, es necesaria una gran pureza en la materia orgánica que llega a las plantas procesadoras, ya sea que se trate de plantas de compostaje o de

⁵ La palabra composta proviene del latín componere, que significa “juntar”.

⁶ Son todos aquellos que puedan sufrir una fermentación o putrefacción y, por ende, susceptible de ser transformado en composta o abono natural.

⁷ La producción de composta es el resultado final del compostaje. La composta contiene humus, que es la vida del suelo, y de él depende su fertilidad. Un total de sólo 1% a 2% es necesario para diferenciar un suelo fértil y otro que no lo es. La fracción superior de la tierra, de color oscuro, con la materia orgánica muy descompuesta, es el llamado humus, un puñado de ella contiene millones de microorganismos. Dentro de la materia orgánica del suelo, el humus representa del 85 al 90% del total, por ello, hablar de materia orgánica y de la fracción húmica es casi equivalente.

biometanización.⁸ Al captar los desechos orgánicos en la fuente generadora (centrales de abasto, mercados, restaurantes y casas habitación) se asegura que la materia prima sea más limpia por lo que la composta de ella obtenida, será de alta calidad y al ser aplicada a los suelos y cultivos, estos puedan incrementar su productividad.

Por el continuo proceso de crecimiento urbano, el manejo de estos desechos se ha convertido en un gran problema a nivel nacional, mismo que origina que se eroguen grandes cantidades de recursos por parte de los gobiernos y para disminuir dicho gasto, parte de la solución es la fabricación de composta, ya que de cada dos toneladas de residuos orgánicos se obtiene una tonelada de dicho producto.

2. Papeles y Cartones.

Papel es el vocablo empleado para designar diversas clases de hojas fibrosas de estructura análoga al fieltro. Generalmente compuesto por fibras vegetales, pero a veces minerales, animales o sintéticas. Su nombre se deriva del griego pápyros, nombre de una planta egipcia (cyperus pápyros), de cuyo tallo sacaban los antiguos egipcios láminas para escribir en ellas.⁹ Compuesto en su mayor parte por celulosa,¹⁰ la cual no es sólo la sustancia orgánica más abundante, sino el principal componente de las plantas leñosas, es un recurso renovable. Para fabricar papel a partir de madera es necesario librar las fibras de celulosa de la matriz de lignina que las une. Las fibras se pueden separar mecánicamente o por disolución de la lignina en sustancias químicas. Las fibras de la pulpa se vuelven a aglutinar con aditivos adecuados para formar el papel. La pulpa obtenida por medios mecánicos o termomecánicos es inferior en calidad a la producida químicamente, y gran parte de ella se utiliza en papel periódico. En el anexo núm. 8 se presenta un esquema de la fabricación de pasta y papel.

⁸ La biometanización, es un proceso de tratamiento para los residuos urbanos basado en el proceso de digestión anaerobia (sin oxígeno) de la materia orgánica contenida en los mismos. El resultado de este tratamiento es la producción de **biogas**, el cual posteriormente es utilizado en un motor para la producción de energía eléctrica, y de un residuo de materia orgánica digerida que pasa posteriormente por un proceso de afino para producción de una composta de buena calidad, siempre en función del material de entrada a la planta.

⁹ Mosquera Vivas Carmen Stella, *El reciclaje del papel, celulosa y trichoderma reesei*, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, Febrero de 2000.

¹⁰ La celulosa es un polisacárido cuya fórmula química corresponde a: $C_6H_{10}O_5$. Es el principal componente de la membrana celular de la mayor parte de las plantas. La celulosa está constituida por moléculas de D- glucosa unidas por enlaces b (1@ 4) glucosídicos y es el polímero más abundante en la biosfera.

El papel es un producto de uso diario, que provoca inmensos daños sobre el equilibrio de la naturaleza, ya sea por su fabricación, por no reciclarlo o por reciclarlo mediante el método químico convencional. Las celulosas aplicadas al reciclaje del papel ayudan a reducir el problema del aumento de la salinidad de los suelos y agua, por parte de las sustancias utilizadas en el ablandamiento de las fibras de celulosa durante los métodos convencionales de reciclaje del papel.¹¹

El papel y los productos fabricados con derivados de papel, constituyen la mayor proporción de materiales recuperables de los residuos que se recolectan en las grandes ciudades, y ésta va en aumento. El contenido en peso de los papeles y cartones en los residuos domiciliarios es de aproximadamente el 20%, lo que significa que en los núcleos urbanos las autoridades encargadas recogen y eliminan anualmente poco mas de dos millones de toneladas de papel y cartón. Conviene señalar que aproximadamente un 36% del papel y cartón consumido en las ciudades, es aprovechado posteriormente mediante procesos de reciclaje.

En la industria papelera se producen cuatro millones de toneladas de papel y cartón al año, y el 78% de la materia prima utilizada por dicha industria es fibra reciclada llamada *materia secundaria* importada, ya que resulta más barato comprar materia secundaria ya clasificada, que comenzar el proceso de reciclaje,¹² porque dicho material se encuentra normalmente contaminado por diversas sustancias.¹³

Las fibras celulósicas contenidas en una tonelada de papel recuperado, equivalen a las que se obtendrían de cuatro metros cúbicos de madera, que provendrían de talar 14 árboles. Asimismo, para producir una tonelada de papel se requieren 2,385 kilogramos de madera; 440,000 litros de agua potable y 7,600 kilowatts hora (KW/h) de energía eléctrica; y al producirse el papel se generan 88 Kg. de desechos sólidos, se arrojan a la atmósfera: 42 Kg. de contaminantes y se vierten 18 Kg. de contaminantes en el agua.

Los papeles y cartones que permiten el reciclado, son: papel periódico (aunque tiene mucha tinta de impresión), libretas, sobres, folletos, papel blanco limpio, papel blanco con

¹¹ Mosquera Vivas Carmen Stella, *Ibidem*.

¹² Cacho López, Yalín, *El Financiero*, Negocios, 15 de julio de 1996, p. 20.

¹³ Las sustancias contaminantes más frecuentes, son entre otros: aguas sucias, aceites, grasas y otros líquidos de no muy sana procedencia.

impresión, envolturas, revistas con impresión a color, cartón corrugado (cajas grandes de envases y electrodomésticos) y cartón con impresión (cajas de cereales, galletas). Actualmente, se fabrican con papel reciclado, entre otros productos, del papel higiénico, papel para periódico, para envolturas, cartón y servilletas; así como, cartulina para usar en las cubiertas de los libros, tablitas para escribir y cajas de regalo. Cuando se fabrica papel con fibras celulósicas recuperadas de papel usado o reciclado, se reduce el uso del agua en 60% y el de energía en 70%, es decir, el equivalente a 390,000 toneladas de petróleo al año, y los contaminantes disminuyen en 50%.¹⁴

Los consumidores de papel, son empresas que fabrican, según la calidad de las materias primas recuperadas; papel, cartón, pasta de celulosa, cajas de cartón corrugado, laminas de cartón y otros productos. Por lo que establecen ciertas preferencias en cuanto a la calidad de los desperdicios que compran, ya que prefieren recibir el material lo más seco posible; donde el grado de humedad máximo permitido es del 10%, también consideran la presencia de papeles nocivos, los cuales son: papel carbón, papeles asfaltados, revestimientos plásticos, a prueba de humedad, sacos de productos químicos, pergamino, encerados, y la menor cantidad de cuerpos extraños como pueden ser: vidrio, metales, alambre, trapo, cuerda, basura, grasa y aceites. Todos estos materiales considerados nocivos son rechazados por los compradores pues obstruyen sus procesos productivos, e incrementan sus costos de producción. Los consumidores aceptan no más del 5% de presencia de estos materiales en la materia prima que compran.

La industria de la celulosa y papel en México, para acceder a mayores niveles de competitividad incrementa el uso de fibras secundarias, así mismo con ello coadyuvar al mejoramiento del ambiente. Esta circunstancia nos coloca como uno de los líderes a nivel mundial en el reciclado de papel, llegando a mezclas del orden del 73% de fibra reciclada y el resto de fibra virgen".¹⁵

3. Metales (clasificación y selección).

¹⁴ Aguilar Rivero Margarita, *La Basura*, Editorial Trillas, abril de 1993, México, pp. 14 y 15.

¹⁵ Buendía Morales O. Alejandro, *Proyecto de inversión de una planta de selección*, UNAM, México, 1994.

En la década de los noventa se tiraron al año, aproximadamente 480,000 toneladas de metal a la basura, de las cuales el 10% fue generada en los hogares;¹⁶ en su mayor parte proveniente de latas de alimentos y conservas (que representaron 9.9 mil millones de latas de lámina de acero “hojalata”); la separación de estos y otros metales del resto de la basura se hace mediante procedimientos magnéticos en algunas industrias.

La chatarra constituye el 3% de la basura doméstica y procede fundamentalmente de las latas de refrescos y conservas, suponiendo un perjuicio medioambiental por su largo tiempo de degradación. El reciclado de las latas abarata los costos de elaboración de los metales. Todos los metales pueden separarse y volver a fundirse para obtener materia prima; de estos, los más comunes en el ámbito doméstico son:

- **Fierro**, elemento que se encuentra en estructuras, electrodomésticos, herramientas, rejillas, bandejas, envases, clavos y láminas; entre otros de menor importancia.
- **Aluminio**, presente en marcos de ventanas, latas de refrescos y cerveza, láminas y moldes para hornear, contenedores de comida rápida o *papel aluminio* para envolver; etc.
- **Plomo**, procedente de antiguos ductos de agua potable y desagües, baterías de automóvil, soldaduras y eventualmente cañas de ventanas emplomadas.
- **Cobre**, contenido en conductores eléctricos, tuberías de agua potable, cañerías de agua, láminas; etc.
- **Bronce**, proveniente de chapas de puertas, pasadores y cerraduras, candados, llaves, etc.
- **Latón** (mezcla de fierro, estaño y cobre), se encuentra en muebles, artículos y piezas decorativas y eventualmente en marcos y molduras, entre otros.

En el caso de los metales, los consumidores son empresas principalmente de la industria del hierro y el acero, que utilizan los productos para fundirlos y fabricar aleaciones, lingotes de acero, laminas, varillas para la construcción, piezas para la industria automotriz, alambres, envases, artesanías, etc. Sus preferencias en cuanto a calidad del producto que adquieren son mínimas, compran casi todo tipo de materiales siempre y cuando presenten la

¹⁶ Secretaría de Desarrollo Social, *Manual para la separación de la basura*, México, D.F., p. 6.

menor cantidad posible de tierra y piedras, que el material no este contaminado o sea radiactivo y que no este mezclado con plásticos.

A. Aluminio.¹⁷

Charles Martin Hall y Paul L. T. Héroult, desarrollaron independientemente uno del otro, el proceso para la obtención del aluminio en 1886,¹⁸ sin imaginar hasta qué punto este metal llegaría a resultar imprescindible en numerosas aplicaciones futuras. A principios del siglo XXI, es el metal no férreo más utilizado y del que cerca de 25 millones de toneladas, se consumen anualmente en el mundo sea en automóviles, aviones, edificios, maquinaria, envases, y miles de productos más.

Para la producción de aluminio primario, que se realiza por medio de la electrólisis del óxido de aluminio, se necesita una inversión importante, mientras que para el reciclado de los productos de aluminio ocurre todo lo contrario; el reciclado se lleva a cabo mediante la fusión, que se alcanza a baja temperatura (600°C) por lo que no son necesarias grandes inversiones.

Los envases de aluminio tienen innumerables aplicaciones así como múltiples ventajas: desde el familiar papel de aluminio de infinitos usos, a los cada vez más populares botes de bebidas. Este metal es un excelente protector contra la luz, el aire y el agua; es ligero, resistente, fácil de decorar o imprimir, y el contenido se puede enfriar rápidamente,

¹⁷ El aluminio es un metal que se obtiene de la tierra; es muy ligero y difícil de oxidar.

¹⁸ La carrera para una ruta viable comercialmente para el aluminio fue ganada en 1886 por dos hombres trabajando independientemente Paul Héroult (1863 – 1914) en Francia y Charles M. Hall (1863 – 1914) en los Estados Unidos.

Charles Martín Hall nació en Thompson, Ohio, el 6 de diciembre de 1863 y murió el 27 de diciembre de 1914. Hall fue un estudiante del Colegio Oberlin (Ohio), quien continuó usando el laboratorio del Colegio luego de su graduación en 1885 y descubrió su método ocho meses más tarde. Descubrió el método electrónico de producir aluminio barato, trayendo el metal para un amplio uso comercial. Hall inventó un método para extraer aluminio puro de su minera. Extendiendo el potencial del aluminio, fundó una industria que contribuyó a muchas otras, particularmente la manufactura de las naves aéreas y los automóviles. <http://www.invent.org/book/book-text>

Poul Louis Toussaint Héroult nació el 10 de abril de 1863, en Thury – Harcourt, Francia, en un mundo de campesinos e industrias de casas de campo, murió el 9 de mayo de 1914 cerca de Antibes. Héroult, quien descubrió el mismo proceso electroquímico del aluminio en Francia. Ideó el proceso electrónico para preparar aluminio, éste proceso hizo por primera vez que el aluminio fuera obtenible a bajo precio, asegurando el extenso uso del metal y su aleación. Héroult es además eminente por el horno eléctrico Héroult nombrado por él, el cual tuvo un extenso uso en la manufactura del aluminio y la aleación ferrea, primero en Europa y después en todo el mundo. <http://www.geocities.com/bioelectrochemistry/heroult.htm> Traducción: Liliana Hdez. Rojas.

por lo que es ideal para envasar alimentos y bebidas. Estas son las razones por las que 4 de cada 5 botes son fabricados enteramente en aluminio.

El consumo mundial anual aproximado es de 12.1 mil millones de envases; el mayor consumidor es el Reino Unido, seguido por Alemania. Aunque los botes de bebidas representan en Europa menos del 1% de todos los residuos urbanos, la industria está prestando atención creciente a la necesidad de su reciclado.¹⁹

Los botes de aluminio para bebidas cumplen sobradamente todos **los requisitos de reciclabilidad**, lo que hace que sean los envases con mayor porcentaje de reciclado de todo el mundo, con ellos se ahorra hasta el 95% de energía, al producir el aluminio a partir de la chatarra, en relación con la consumida al fabricarlo a partir de bauxita. Sus características no se alteran al refundir los botes; el metal obtenido puede volver a convertirse en cualquier otro producto de alta calidad o bien en botes con las mismas propiedades. El proceso de reciclado puede repetirse indefinidamente, y los botes se pueden fabricar enteramente con el material reciclado, disminuyéndose la contaminación del aire en un 95%.

Cuadro 21
Consumo de aluminio por sector.

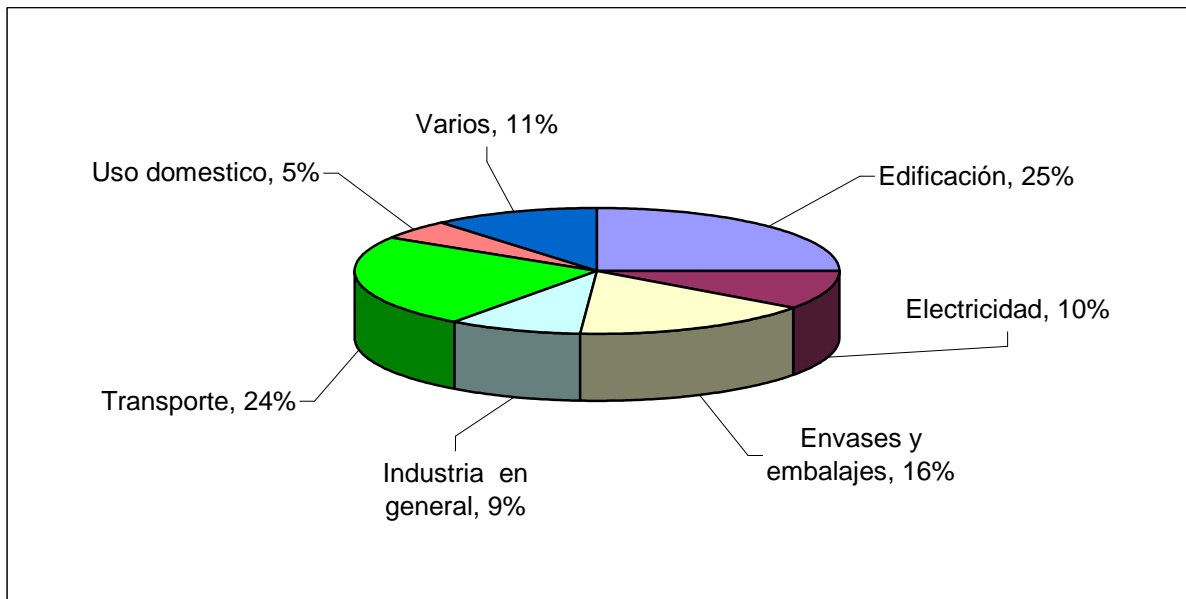
Sector	Edificación	Electricidad	Envases y embalajes	Industria en general	Transporte	Uso domestico	Varios
Porcentaje	25	10	16	9	24	5	11

FUENTE: Asociación para el reciclaje de productos de aluminio (ARPAL), 2001. www.aluminio.org/texto/impreci.html

Los botes usados de aluminio son muy ligeros y fáciles de transportar; no se rompen, ni arden, ni se oxidan, por lo que constituyen un residuo de fácil manejo; porque pueden prensarse fácilmente, reduciendo su volumen y facilitando su almacenamiento y transporte, tienen el valor más alto de todos los envases residuales, lo que es un gran incentivo para su recuperación.

Gráfica 7
Consumo de aluminio por sector.

¹⁹ www.aluminio.org/texto/bote2.html



FUENTE: Asociación para el reciclaje de productos de aluminio (ARPAL), 2001. www.aluminio.org/texto/impreci.html

La tasa de reciclado de envases varía enormemente entre los países europeos y va desde el 15% hasta el 85%, según el sistema de recolección que se emplee. En México se recicla el 88% del aluminio, y en el caso del recorte industrial, el reciclado alcanza el 100% y en los automóviles el 90%.

Los consumidores de este tipo de producto son empresas especializadas que funden el aluminio para elaborar lingotes, latas, envases, piezas automotrices, y todo tipo de piezas para la industria y para el uso personal. Sus preferencias de calidad son similares a las de los consumidores de hojalata y fierro, presentar la menor cantidad de tierra y piedras, no estar contaminado, ni con plástico y no estar mezclado con otros tipos de metales.

En el caso del aluminio, en México no se produce la materia prima necesaria para elaborar, aluminio (bauxita), por lo cual es necesario importarla, ya sea en su forma natural, en barras de aluminio ya forjado, o en forma de chatarra; el aluminio tiene la particularidad de que cuando se calienta para fundirlo pierde algunos elementos químicos de su estructura, pero agregando estos en las cantidades necesarias, el material resultante es de la misma calidad que el virgen. Y en México por no contar con la materia prima natural, el reciclado del aluminio desde hace algunos años es una actividad productiva muy lucrativa.

4. Vidrio²⁰ (clasificación y selección).

La mayoría de los investigadores asegura que el vidrio tuvo su origen en Mesopotamia, apoyándose para el caso en los vestigios encontrados en sitios como Tell al Rimah y Aqar Quf, y que fueron elaborados aproximadamente, 3,500 años antes de Cristo.²¹ Se utilizó inicialmente como adorno; y los primeros objetos de vidrio destinados a contener alimentos, aparecieron hacia 1,500 a. C.

A partir del siglo XI D.C. Venecia, se convirtió en la capital europea de la fabricación de vidrio contenedor de alimentos, más tarde en el siglo XIV, se descubrió la técnica del vidrio plano (como el que se emplea en ventanas) en Normandía (hoy Francia).

Concentrada en la isla de Murano, la industria veneciana dominó el mercado europeo hasta el año 1700. La contribución más importante de los venecianos fue el desarrollo de un vidrio sódico duro y refinado, incoloro y de gran transparencia, el vidrio veneciano era semejante al cristal de roca y era conocido como cristal. Algunas fabricas producían más de 1 millón de botellas al año, no obstante la cantidad era limitada, porque esas botellas se soplaban todavía con la boca.

Otro descubrimiento que sirvió para disminuir la influencia veneciana en Europa fue el del vidrio de protóxido de plomo, cuya fórmula inventó George Ravenscroft en Inglaterra. Más suave, brillante y duradero que el frágil cristal, el cristal de plomo inglés fue considerado el de mayor calidad en el siglo XVIII. El cristal de plomo,²² el vidrio que mejor se adaptaba al tallado, alcanzó su apogeo con las piezas neoclásicas del periodo angloirlandés (1780-1830).

²⁰ El vidrio es una sustancia dura, frágil, refrigerante y, al mismo tiempo, mala conductora del calor y electricidad. Su composición es simple: Sílice (SiO₂), silicatos alcalinos y alcalinoterreos, álcalis y pequeñas cantidades de otras bases.

²¹ Estrabón (58 a.C. - 25 d.C.), en su Geografía describe con admiración un sarcófago de vidrio, y asegura que en un punto localizado entre Tolemaida y Tiro se extraía la arena apropiada para el vidrio. El griego Herodoto (484 - 410 a.C.), considerado como el "Padre de la Historia", relata la manera en que los etíopes embalsamaban a sus muertos para colocarlos en sarcófagos de vidrio. Eliano, escritor griego del siglo III, narra las condiciones en que Jerges, el hijo de Darío, descubrió el cuerpo de un jefe asirio en un ataúd de vidrio. Salomón, en sus Proverbios, condenó al que miraba el vino a través de un vaso de vidrio, y también en el Antiguo Testamento se encuentra mencionado el vidrio en la Historia de Job: "No se compara el oro y el cristal, ni se cambia por vasija de oro fino. Corales y cristal no merecen ni mención, la sabiduría vale más que las perlas". Museo del Vidrio, *Historia del Vidrio*.

²² La diferencia entre el vidrio y el cristal es: la proporción de plomo contenido en la composición de uno y otro, lo que resulta en el grado de dureza de los mismos.

En el siglo XIX, con la revolución industrial se hicieron importantes progresos en la industria vidriera: la utilización del carbón, en lugar de la madera para calentar los hornos mejoró el funcionamiento de éstos; se introdujeron las primeras máquinas de automatización, y el soplado con la boca fue progresivamente sustituido por el chorro de aire comprimido en moldes metálicos. Puede considerarse que la industria moderna del vidrio²³ nació a partir de este momento. Ya en el siglo XX la instalación de hornos de fuego continuo, y el progreso en el campo de la automatización de la producción transformaron esta industria.

Las materias primas (arena principalmente)²⁴ son mezcladas y a continuación se funden a una temperatura de 1200°C (la diferencia existente entre la temperatura a la que se funde el vidrio y la temperatura a la que este se procesa en las fabricas es de 300°C, lo que permite que este pueda ser manejado para moldearlo según las necesidades del producto a elaborar), para ser convertidas en vidrio en fusión.

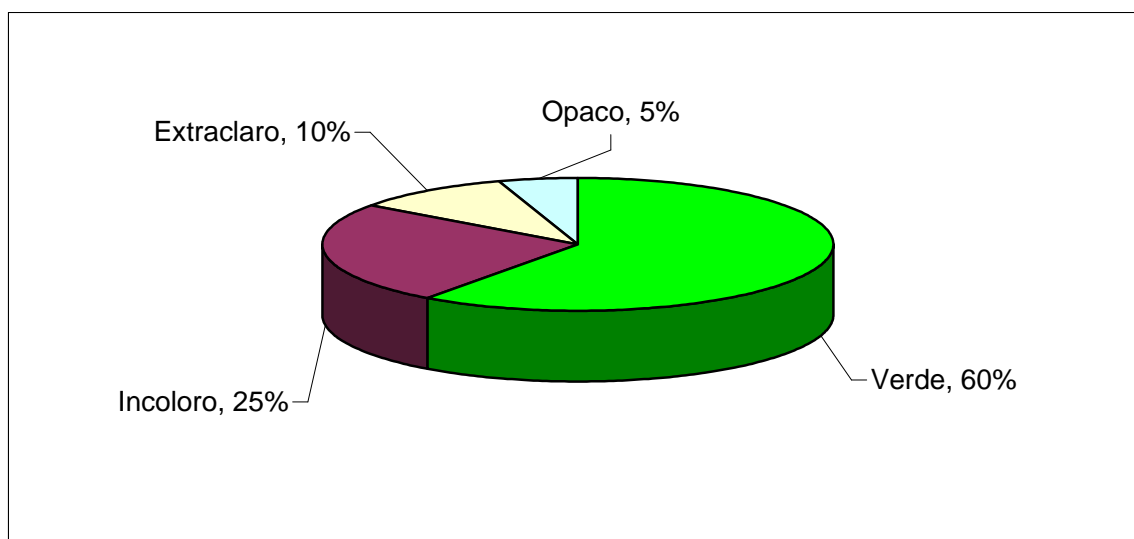
Desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio se clasifica en **industrial** (que es utilizado para almacenar productos químicos y biológicos; y como vidrio plano empleado en ventanas de casas y edificios, cristales blindados, bombillas, etc.) y **doméstico** (éste se emplea para almacenar productos alimenticios: conservas, vinos, jugos, miel y otros muchos usos). Otro tipo de clasificación de este material, se determina por el color donde los más empleados son **el verde** (60%), que se ocupa principalmente en botellas de vino y licores; **el incoloro** (25%), usado para envasar bebidas gaseosas, zumos, y alimentación en general; **el extraclaro** (10%), empleado especialmente para contener aguas minerales, y en tarros y botellas de decoración; y **el opaco** (5%), utilizado en botellas de cervezas y matraces.²⁵

Gráfica 8
Proporción de vidrio empleado según su color.

²³ El vidrio es un silicato que funde a 1200°C. Está constituido esencialmente por sílice (procedente principalmente del cuarzo), acompañado de caliza y otros materiales que le dan las diferentes coloraciones.

²⁴ En la fabricación de vidrio se utiliza: **Silicio**, que da resistencia al vidrio. **Carbonato de calcio**, que le proporciona durabilidad y **Carbonato de sodio o sosa**, que se utiliza para disminuir el punto de fusión de la mezcla. www.gencat.es/mediamb/cast/residus/

²⁵ www2.uji.es/cyes/internatura/estudios/reciclar/



FUENTE: www2.uji.es/cyes/internatura/estudio/reciclar/

Las ventajas del vidrio sobre otros materiales residen en un conjunto de cualidades: transparencia, resistencia y aislamiento, que lo hacen, un material sano y puro, por ello constituye el envase ideal para los productos alimenticios que pueden ser conservados durante largos periodos sin alteración de su sabor y aroma, ofrece también múltiples posibilidades de formas y colores, y puede ser decorado siguiendo varias técnicas; la botella o el tarro pueden por lo tanto ser personalizados en función de su contenido, revelando su valor y cualidades, lo que permite al producto afirmar su marca así como su posición en el mercado.²⁶

Los envases de vidrio son reciclados sin disminución de la cantidad ni alteración de la calidad, así el vidrio recuperado, también se utiliza como materia prima; siendo que más del 42%, del vidrio reciclado procede del doméstico, por lo que este sector es el principal proveedor para la producción de vidrio recuperable. Los primeros registros donde se mencione el reciclado de vidrio aparecen en Dinamarca, donde sus habitantes fueron los pioneros en este campo del reciclaje que comenzó en 1962; cabe hacer notar que a pesar de esto la recuperación del vidrio se atribuye principalmente a Suiza y Alemania.

El reciclaje del vidrio contribuye a la protección del medio ambiente de varios modos, en primer lugar, porque se limita la extracción de materia prima original permitiendo preservar los recursos naturales, ya que para obtener una tonelada de vidrio se requiere una

tonelada materias primas; y en segundo lugar, porque al fundir vidrio para volver a utilizarlo se consume menos energía que al fundir materia prima original. Se ahorra de un 25 a 32% de la energía requerida para producir vidrio nuevo, ya que su fusión se consigue a temperatura mucho más reducida que la que se necesita para fundir minerales nuevos. Por cada envase que se recicla se ahorra la energía necesaria para mantener un televisor encendido por 3 horas. En cambio, cada botella que se tira a la basura, permanece más de mil años sin degradarse.

Entre los beneficios que el reciclaje del vidrio produce en el medio ambiente se encuentran la disminución del consumo de energía, reducción de la contaminación atmosférica en un 20.0%, y del agua en un 50.0%, logrando con ello un ahorro de recursos naturales; asimismo, se disminuye el volumen de los residuos sólidos (el vidrio representa el 8.0% del peso de los residuos), ya que por cada tonelada de casco reciclado, en la misma magnitud decrece la producción de basura, se reduce la erosión producida en la búsqueda y extracción de materias primas, así como disminuye la dependencia del petróleo, una tonelada de envases de vidrio usados ahorra 130 kilogramos de combustible.

En cuanto al proceso de reciclado de vidrio cabe comentar que no existe diversidad tecnológica para su tratamiento; esencialmente dicho proceso consiste en separar los elementos extraños que suelen acompañar al vidrio (papel, plásticos, corchos, piedras, metales, porcelana, etc), que inicialmente es triturado y lavado. Dicha separación se realiza manualmente o con equipos específicos (imanes fijos para el hierro, ciclones para papeles y plásticos, detector de metales no férricos por impulsos mecánicos "trimetau", captadores de cerámicas y piedras "sistema trioptic"), actualmente ya se está operando con equipo láser para separar todas las impurezas del vidrio. El objetivo de todos estos tratamientos es mejorar la calidad del producto con el fin de conseguir un alto rendimiento en los hornos de cocción.

Para reciclar los envases de vidrio de alimentos y bebidas se principia por separarlos de acuerdo a sus colores (verde, ambar, café, e incoloro). No deben revolve con ellos: los focos, cristales de ventanas, espejos, lentes, objetos y adornos de cerámica, ceniceros, cristal de plomo, cristal de laboratorio, cinescopios y faros de autos, por los altos contenidos

²⁶ www.bsnglasspack.com/html_es/le_verre/

de plomo, dado que este elemento disminuye la calidad del vidrio al momento de reciclarlo, ya que de hacerlo se pierde la pureza y el color del vidrio reciclado.

5. Productos y Artículos Sintéticos (plástico, hule y otros).

El primer plástico²⁷ se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos, cuando se ofrecieron 10,000 dólares a quien produjera un sustituto del marfil –cuyas reservas se agotaban– para la fabricación de bolas de billar. Ganó el premio John Hyatt, quien inventó un tipo de plástico al que llamó celuloide.²⁸

En 1907 Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer plástico calificado como termofijo o termoestable: plásticos que puede ser fundidos y moldeados mientras están calientes, pero que no pueden ser ablandados por el calor y moldeados de nuevo una vez que han fraguado. La baquelita es aislante y resistente al agua, a los ácidos y al calor moderado. Debido a estas características se extendió rápidamente a numerosos objetos de uso doméstico y componentes eléctricos de uso general.²⁹

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década de los treinta del siglo XX, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo. Al agregarle diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y juguetes.

Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes. Otro de los plásticos

²⁷ Los plásticos son polímeros, es decir, compuestos constituidos por grandes moléculas (macromoléculas), formadas por la unión de moléculas más sencillas que se repiten una y otra vez.

²⁸ El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin el celuloide no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX. El celuloide puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico.

desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico. Hacia los años 50 de ese mismo siglo aparece el polipropileno (PP).

Al sustituir al cesto, la canasta, o la red, la bolsa de plástico desarrollada a partir de la segunda mitad del siglo XX, se vuelve el emblema de la sociedad del consumo y del despilfarro, como aparentemente es gratuita dicha bolsa,³⁰ se reparte a discreción y se tira sin sentimientos de culpa, cada año los comerciantes entregan aproximadamente 14 mil millones de estas.

En cuarenta años la *bolsa de súper* ha adelgazado, las más ligeras pesan ocho microgramos en comparación con los 40 o 50 de los años setenta; desde entonces, su fabricación requiere de menos petróleo (recurso no renovable) y actualmente son reciclables, lo que permite evitar que se acabe con los recursos naturales. Ya en el naciente siglo XXI los industriales han perfeccionado las bolsas utilizando *tres técnicas* que garantizan su desaparición en la tierra (*biodegradables*), mediante la luz (*fotodegradables*) o en el agua (*miscibles en agua*); pero los distribuidores aún no se deciden a dar paso a su comercialización.

En la década de los setentas, existían 15 tipos diferentes de plástico,³¹ y ya para finales de los noventas había más de 100 de estos, por lo que la separación de los diferentes materiales en muchos casos se dificulta a la hora de identificarlos, lo que se presenta como el principal problema técnico; una dificultad que es mucho mayor en los residuos industriales que en los domésticos.

²⁹ www.miexamen.com

³⁰ Desde su aparición, hace unos cuarenta años, la bolsa de plástico ha tenido mala reputación. En 1963, Carrefour inaugura el primer supermercado francés en Sainte-Geneviève-des-Bois. Muy pronto, las bolsas de papel de estraza sin asas se revelaban inadecuadas, ya que las bolsas deben estar provistas de asas y su fabricación ser más barata, "con las bolsas de plástico se dividió el costo de fabricación entre tres". En Estados Unidos, las primeras bolsas de plástico aparecen a mediados de los años setenta. En Francia, la explosión de la "bolsa de súper" acompaña la expansión del gran comercio. En los primeros años del siglo XXI, el costo de fabricación de este producto es de unos seis centavos. Daniel Valeri, director de Alplast, empresa que ocupa el lugar número dos del ramo. Noviembre 1999. www.jornada.unam.mx/1999/nov99/991114/

³¹ La naturaleza química de un plástico depende del monómero (la unidad repetitiva) que compone la cadena del polímero. Por ejemplo, las poliolefinas están compuestas de monómeros de olefinas, que son hidrocarburos de

En las últimas décadas del siglo XX, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del Polietilentereftalato (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases. Por lo que muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que desechamos ya sea el envase porque es desechable o bien cuando tiramos objetos de plástico porque se nos han roto.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los gobiernos encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan. Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos nos alertan sobre esto. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas 6 ó 7 toneladas de plásticos compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar.³²

Los envoltorios y envases son aproximadamente un 20% de lo que se compra y se tira de inmediato por ser parte de los embalajes. El sobrepaketamiento ocasiona aumento de los residuos y encarecimiento de los productos. Por su parte los plásticos constituyen el 9% de la basura, tienen una vida muy larga y son un gran problema medioambiental ya que la mayoría no se degradan. Esta basura plástica es consumida por gran cantidad de fauna en vertederos y en medios acuáticos lo que ocasiona la muerte a peces, aves y animales terrestres, además del deterioro que supone al medioambiente.

Dentro del total de plásticos desechables que hoy van a la basura, se destaca en los últimos años del siglo XX, el aumento sostenido de los envases de PET,³³ proveniente

cadena abierta con al menos un doble enlace. El polietileno es una poliolefina. Su monómero es el etileno. Otros tipos de polímeros son los acrílicos, los poliestirenos. Enciclopedia Microsoft Encarta

³² Asociación para promover el reciclado del PET, A.C. (APREPET).

³³ El descubrimiento de polietilentereftalato, mejor conocido como PET, fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson en 1941. La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de

fundamentalmente de botellas desechables de aguas de mesa, aceites y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Las empresas al buscar reducir costos –transfiriéndolos a la comunidad y al medio ambiente– y amparadas en la falta de legislación, han venido sustituyendo los envases de vidrio por los de plástico retornables en un principio, y no retornables posteriormente; de esta manera las embotelladoras evitan la recepción de envases vacíos, el almacenamiento y lavado de los mismos. Esta decisión implica un permanente cambio en la composición de la basura.

La clasificación previa y la recolección diferenciada es el primer paso en el camino hacia la recuperación de plásticos. A efecto de reducir significativamente los costos, la clasificación debe realizarse en origen, es decir en los lugares en los que se genera el desecho, como son los hogares, centros educativos, centros de salud, oficinas, etcétera; existiendo distintos criterios para clasificar los plásticos, al considerar su capacidad para volver a ser fundidos mediante el uso de calor, entonces los plásticos pueden clasificarse en termofijos³⁴ y termoplásticos,³⁵ siendo estos últimos los de uso más común en la vida diaria.

Existen distintos tipos de plásticos, que para ser reciclados deben separarse con exactitud, esta multiplicidad de clasificaciones y presentaciones se traduce en obstáculos para el crecimiento del reciclado, mismo que comienza con la separación que realizan los pepenadores; la mayoría de las botellas de plástico están marcadas con símbolos, números o códigos que indican la clasificación a la que pertenecen, y es necesario que los demás objetos plásticos sean igualmente identificables para que los recuperadores realicen efectivamente el proceso de separación. Para su clasificación no deben confundirse ni mezclarse los plásticos con bolsas de frituras y botanas, plumas, discos, juguetes, u otros artículos que contengan objetos adicionales distintos al plástico.

sofisticación basado en el espectacular crecimiento del producto a nivel mundial y la diversificación de sus posibilidades.

A partir de 1976, se le usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas. Sin embargo, el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques. En México, se comenzó a utilizar para este fin a mediados de la década de los ochenta. La manera más fácil de saber si un envase está fabricado con resina PET, es buscar en el fondo un símbolo de un triángulo (a) formado por flechas con el número "1" en el centro y bajo este, las siglas "PET" o "PETE" (en inglés). Este símbolo se forma en el proceso de fabricación y algunas veces se imprime en la etiqueta. APREPET, *Ibidem*.

³⁴ Los plásticos llamados **termofijos o termoestables** son plásticos que una vez moldeados no pueden modificar su forma. Los más comunes son la baquelita de los enchufes hogareños. Departamento de ciencia de polímeros, Universidad del Sur de Mississippi.

³⁵ Los llamados **termoplásticos** tienen un uso más extendido y pueden ser procesados varias veces dependiendo el tipo del que se trate. Los más comunes son el PET de los envases de bebidas, el PVC de caños y envases de aceite y bebidas sin gas, y el PEBD de bolsas de leche. *Ibidem*.

En el ocaso del siglo XX los residuos plásticos empezaron a ser reciclados, y se debe a que en esos años se solucionaron dos problemas básicos: la identificación de cada tipo de plástico, y de las innumerables mezclas de plásticos que se utilizan para la fabricación de los diferentes productos. Cabe hacer notar que a los plásticos se les asigna un número por cada clase, y debe ser impreso en el envase u objeto para facilitar su separación (ya que los plásticos se parecen mucho y es difícil identificarlos para su clasificación a simple vista).

Los fabricantes están obligados a identificar el tipo de plástico con un símbolo, el cual está formado por tres flechas que figuran un triángulo (parecido al que se utiliza en el caso del cartón aprovechable), en el interior se sitúa el número que corresponde a cada tipo de plástico del 1 al 19. Así, respecto a los plásticos más comunes entre los de uso doméstico se reconocen: **el 1** que se refiere al PET, **el 2** al Polietileno de alta densidad (PEAD), **el 3** al vinilo (PVC), **el 4** al Polietileno de Baja Densidad (PEBD) y **el 5** al Polipropileno (PP).³⁶ En el anexo núm. 9 se describen ampliamente los plásticos más comunes.



Ya a finales del siglo XX se podía saber si un artículo estaba hecho en material reciclado y esto era si tenía el símbolo de las tres flechas seguidas; si las flechas eran más oscuras que el fondo entonces el producto estaba hecho de material reciclado; si las flechas eran más claras que el fondo, entonces el producto se reciclaba. Se debe hacer notar que el PET que esté en contacto con alimentos, no puede ser reciclado para hacer nuevos envases de alimentos, en cambio, sí se pueden utilizar materias secundarias para envasar detergentes o aceites no alimenticios.

La recuperación de los envases tiene dos aspectos, uno se refiere a los envases industriales y otro a los envases domésticos; en el primer caso la tasa de reciclado alcanza el 12% y en el segundo apenas al 3%, siendo el producto más reciclado el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de las botellas,³⁷ a nivel mundial 1 de cada 5 botellas plásticas se reciclan.

³⁶ Aunque éste es el sistema de identificación más extendido, la normatividad europea también permite que el material se identifique con su abreviatura.

³⁷ Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para

Hay tres maneras de aprovechar los envases de PET una vez que terminó su vida útil y es: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía. En el anexo núm. 10 se presentan los esquemas referentes al reciclado mecánico y químico. En cuanto al uso del PET como combustible alternativo, los envases pueden emplearse para generar energía ya que este material tiene un poder calorífico de 6.3 Kcal/Kg.

De entre todos los materiales plásticos, el que permite el mayor porcentaje de reciclado es sin duda el polietileno, tanto de baja como de alta densidad. Del total de productos fabricados a partir del plástico reciclado más del 70% se hace a partir del PE, especialmente tuberías, envases, y bolsas y sacos de basura; de hecho, las bolsas de basura fueron la primera aplicación del PE reciclado, ya que por sus características y finalidad no requerían controles tan estrictos como otros artículos. Asimismo, muchos de los llamados plásticos duros se transforman en muelles para embarcaciones, bancos para plazas, abrazaderas de tubos, etc.

El PP por ejemplo, se emplea en piezas para coches, y piezas industriales; el PEBD, es la materia prima de la botellería. Eso no significa que el resto de plásticos no se recupere, el PVC se destina a piezas preferentemente industriales y también se le dan otros usos como pavimentos. De los desechos de materiales plásticos mezclados, mediante un proceso de reciclaje se obtiene un material denominado *resinas plásticas mezcladas* (REPLAMS)³⁸ que es materia prima para la fabricación de madera plástica, el cual es un material con las características de la madera natural en cuanto a sus propiedades físicas, pero infinitamente superior en cuanto a durabilidad ya que no es biodegradable, por lo tanto no se pudre, corroe, ni destruye por acción de los elementos naturales.

Los consumidores de plástico son industrias que lo utilizan para hacer con él, bolsas de polietileno, juguetes, recipientes, envases, laminas, partes automotrices y toda la variedad de productos que se puedan fabricar con este material. Las preferencias de esta clase de consumidores son las siguientes: sólo aceptan los tipos termoplásticos, pues son los que si se pueden reciclar, y se rechazan los de tipo termofijo, estos no se pueden volver a reutilizar

gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas. Revista *Noticiero Plástico*, N° 431, junio de 1998, Buenos Aires – Argentina.

³⁸ Memoria del foro sobre el Servicio de Limpia y Recolección de Basura en el DF, *Reciclaje de desechos orgánicos y reciclaje de desechos de material plástico mezclado*, Ing. Juan Robles Enríquez, México, 1995, p.89.

pues al intentar fundirlos se degradan; se deben presentar seleccionados en grupos: PVC flexible, PVC rígido, PEBD polietileno de baja densidad, PEAD polietileno de alta densidad, PS poliestireno normal, PP polipropileno.³⁹

En cuanto al plástico, este producto es el que presenta la menor demanda en el mercado, por varias razones, entre las que destacan; que las empresas que lo utilizan, prefieren reutilizar el material de residuo de sus propios procesos; el costo de las materias primas de primer uso; y la lenta introducción que han tenido en México las tecnologías para reciclar los productos de plástico; pero hoy en día esta problemática esta empezando a cambiar, puesto que los plásticos empiezan a fabricarse con mezclas más homogéneas factibles de reciclarse, y en los productos se identifica que tipo de material es, facilitando así su selección y su futuro reciclado.⁴⁰

A. Neumáticos (llantas).⁴¹

De los productos derivados del petróleo que van a parar a la basura, las llantas o neumáticos de los autos representan un caso especial.

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituyen uno de los problemas más graves que afectan al medio ambiente, porque un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado –medio barril de petróleo crudo para fabricar un neumático de camión– y también provoca, si no es adecuadamente reciclado, contaminación ambiental al formar parte, de tiraderos incontrolados.

Existen métodos adecuados de reciclado para este tipo de productos; pero faltan medidas políticas que impulsen su recolección y la creación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de las llantas. Para eliminar estos residuos se usa con frecuencia la quema directa que provoca graves problemas ambientales por que produce emisiones de gases que contienen partículas

³⁹ Datos proporcionados por la Asociación Nacional de Industriales del Plástico A.C.

⁴⁰ Buendía Morales O. Alejandro, *op. cit.*

⁴¹ www.ideal.es/waste/neumaticos.htm

nocivas para el entorno, aunque no es menos problemático el almacenamiento,⁴² ya que provoca problemas de inestabilidad por la degradación química parcial que éstos sufren y producen problemas de seguridad en el basurero. Para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus peligrosos componentes, en el ocaso del siglo XX se utilizaban distintos métodos como: la incineración, la trituración mecánica, la termólisis y la pirolisis, entre otros.

a) Incineración.

Es el proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un procedimiento costoso y que presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diversos componentes de las llantas, y la necesidad de depuración de los residuos, por lo que no resulta fácil de controlar y de igual manera es contaminante, este proceso genera calor que puede ser usado como energía.

Los elementos contaminantes que se producen por la combustión: Monóxido de carbono - Xileno - Hollín - Óxidos de nitrógeno, Dióxido de carbono - Oxidos de zinc - Benceno - Fenoles, Dióxido de azufre - Oxidos de plomo, Tolueno, son muy perjudiciales para la salud humana, y el zinc, es particularmente tóxico para la fauna acuática; además, el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos, muchos de los cuales son solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica⁴³ y de ahí a los seres humanos.

b) Trituración mecánica.

Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad, y limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita su utilización en nuevos procesos

⁴² Las montañas de neumáticos sirven de base para la creación y proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos que constituye un problema añadido, por ejemplo: la reproducción de ciertos mosquitos, que transmiten por picadura fiebres y encefalitis, llega a ser 4000 veces mayor en el agua estancada en un neumático que en la naturaleza.

⁴³ Trófica: Cada eslabón de una cadena de alimentación representa un distinto nivel de alimentación que suele llamarse nivel trófico. Arana Federico, *Ecología para principiantes*, Editorial Trillas, 1987, p. 38.

y aplicaciones. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación de los residuos de neumáticos.

Los materiales recuperados de las llantas pueden ser usados como parte de los componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, lo que hace a las vialidades en las que se usan estos asfaltos mejores y mas seguras. Pueden usarse también en la fabricación de tejados, pasos a desnivel, aislantes de vibración, alfombras, aislantes de vehículos o losetas de goma, en campos de juego, suelos de atletismo o pistas de paseo y bicicleta. Las posibilidades de utilización son infinitas y crecen cada día, por ejemplo: en cables de freno, compuestos de goma, suelas de zapato, bandas de retención de tráfico y compuestos para navegación.

c) Termólisis.

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno; las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos, y producir cadenas de hidrocarburos. Es la forma de descomponer los neumáticos hasta llegar a sus compuestos originales, por lo que es el método que consigue su recuperación total obteniendo metales, carbones, e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales ya sea de producción de neumáticos o a otras actividades.

d) Pirolisis.

Se denomina así a la descomposición de los elementos contenidos en los residuos sólidos, realizada a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno. Cabe mencionar que la pirólisis es uno de los métodos más prometedores para el tratamiento de residuos sólidos, debido a la recuperación de los subproductos que es posible obtener de ellos.

Este método es muy costoso y se encuentra aun en fase de investigación, para este caso en específico presentan problemas técnicos para separar la gran cantidad de compuestos carbonados que se producen en el proceso.

6. Otros desechos.

Dentro de los desechos sólidos o basuras generadas por el hombre en su vida diaria, se encuentra un grupo con características especiales, estos son una cierta cantidad de productos de consumo doméstico regular que son difícilmente tratables y que representan peligros potenciales para el ambiente, los cuales pueden ser denominados como in-reciclables (no reciclables), mismos que pueden ser clasificados en varios grupos: sanitarios, envases de tetrapack, pilas eléctricas y otros de manejo riesgoso.

A. Desechos Sanitarios (pañales y toallas sanitarias).

Los desechos sanitarios por su naturaleza no son reciclables, ya que están hechos con mezclas de capas plásticas, absorbente de celulosa, y pegamentos; sus materiales no son lavables ni extraíbles, y por sus características pueden durar siglos sin ser degradados, por ejemplo los pañales desechables tardan aproximadamente 500 años en descomponerse. La solución sería evitar o reducir su uso buscando reemplazarlo, se evitarían grandes problemas de contaminación si se depositaran correctamente en rellenos sanitarios, no se deben incinerar ya que producen elementos tóxicos.

B. Envases de tetrapack.

Este tipo de envases son conocidos como *cajas* para líquidos, en las cuales se venden: leche, jugos, salsas, vinos, cremas, etc.; están compuestos por una lámina de cartón impresa por un lado, pegada a una lámina de plástico y a otra cobertura de aluminio. Estos tres componentes tendrían que separarse para proceder a su reciclado, cosa que en la práctica es imposible por la complejidad que entraña. La empresa productora propone para su tratamiento que sean quemados y usados entonces como energético; pero esto implica contaminación ambiental.

En México, existe un programa de recolección y reciclaje de tetrapack, el cual acopia los desechos en las tiendas de autoservicio por medio de un contenedor azul y los traslada a un almacén de la Delegación Miguel Hidalgo, para luego ser llevados a una recicladora de tetrapack en Toluca, Estado de México.

C. Pilas eléctricas.

Las pilas y baterías domésticas son artefactos complejos, compuestos de una parte metálica y un interior donde se establece una reacción química que es la que genera la electricidad. Los químicos utilizados son diversos, desde óxidos de manganeso hasta materiales alcalinos, elementos que pueden contaminar aguas y suelos por estar concentrados en la pila que se desecha, misma que es muy difícil de desarmar para separar sus componentes.

Los fabricantes de ellas se han esforzado por elaborar un producto que tenga las virtudes de las pilas y a la vez sea inofensivo para el ambiente. En la década de los noventa este esfuerzo dió como resultado notables éxitos: las pilas botón fabricadas con óxido de mercurio (utilizadas especialmente en audífonos y algunos relojes) que en la década de los ochentas contenían más del 30% de su volumen en mercurio (de ahí su peligrosidad al degradarse), para finales del siglo XX se empleaba ya menos del 10% del mercurio. Las pilas de uso doméstico que operan a base de carbón-zinc y zinc-cloride, así como las alcalinas, fabricadas con manganeso, que contenían el 1.5% de mercurio, ahora sólo tienen el 0.025%, reduciendo el problema de la contaminación ambiental.⁴⁴

Las pilas recargables (níquel-cadmio) que se utilizan para telefonía inalámbrica y celular, son las más perjudiciales para el medio ambiente debido a la toxicidad del cadmio. Cuando se incineran producen vapores altamente tóxicos y cancerígenos.

Desde hace unos años en algunas ciudades se viene insistiendo, a nivel gubernamental, sobre la necesidad de disponer de las pilas en forma separada y con tratamientos adecuados; pero siempre, cualquiera que sea el método de disposición, hay una posible liberación de metales, donde los de mayor peligro (presentes en las pilas de uso

⁴⁴ www.ideal.es/waste/pilas.htm

doméstico), son el cadmio, el manganeso, el mercurio, el níquel y el zinc. La energía consumida en el proceso de incineración para condensar el mercurio es enorme; los residuos que quedan en el horno son recobrados por reducción carbo-térmica, el manganeso y el hierro son recuperados como ferro-manganeso. Todo el proceso de recuperación de materiales genera un gasto irrecuperable, por lo que hay actualmente pocas plantas de reciclado de pilas en el mundo y en México, no es posible demostrar la existencia de este tipo de planta recicladora.

Si se dispone de las pilas mediante rellenos de terreno, en la descarga de esos productos, se produce una acumulación de metales que pueden generar descargas eléctricas y gases inflamables. Una solución sería efectuar una separación de las pilas domésticas, de las pilas botón (óxido de mercurio), y de las pilas recargables (níquel-cadmio), y depositándolas en rellenos separados; pero la mejor solución es desecharlas en contenedores especiales para que las fábricas productoras las reprocesen; usar pilas recargables, que duran más tiempo antes de ser desechadas, e intentar evitar su consumo o al menos reducirlo.

D. De Manejo Riesgoso.

Las siglas CRETIB corresponden a una prueba de caracterización que se realiza por las autoridades competentes en materia ambiental, en la cual existen ciertas características como: Corrosividad, Radioactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Biológico-Infecciosos que determinan que estos residuos deben ser transportados y manejados con normas ecológicas y de seguridad muy específicas.

Para el tratamiento tanto de los residuos peligrosos⁴⁵ como de los hospitalarios, existen tecnologías alternativas, que incluyen el reciclaje, el reuso, la minimización de residuos y en casos extremos la esterilización térmica (autoclave), que pueden ser económicamente competitivas.

a) Hospitalarios.

⁴⁵ Residuos peligrosos son: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. INDETEC, *Derechos por servicios de recolección de desechos sólidos*, México, 1994, p. 32.

Existen tres clases de residuos hospitalarios: los generales (residuos de cocina, oficina, jardinería, etc.); los biológico infecciosos (material de curas, textiles manchados con flujos corporales, material clínico de un solo uso, etc.) que no estén catalogados como residuos especiales; y los anatómicos o patológicos (aquellos capaces de producir contagio o toxicidad).⁴⁶

Los residuos clínicos y los especiales deben ser tratados mediante incineración. Al respecto, resulta conveniente dotar al horno de incineración de una cámara de postcombustión de gases, con el fin de minimizar los elementos contaminantes. En la normatividad vigente se establece que: el Departamento (actualmente Gobierno del Distrito Federal GDF) vigilará la operación de depósitos especiales u hornos incineradores en hospitales, clínicas, sanatorios, consultorios médicos, mercados y establecimientos públicos que lo requieran y que estos deberán cumplir con las condiciones de seguridad e higiene que establece la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; la Ley de Salud y el Reglamento de Construcciones, ambos para el Distrito Federal, y demás ordenamientos aplicables. En dichos hornos se incinerarán únicamente los desechos que por su naturaleza lo requieran. En ningún caso las Delegaciones recolectarán residuos sólidos clasificados como peligrosos.⁴⁷

Cuando existan hornos incineradores en los términos del artículo anterior, el Departamento (GDF) únicamente estará obligado a recolectar los residuos sólidos que tengan una temperatura de combustión superior a 700 grados centígrados.⁴⁸

Desde 1999 la incineración ha sido utilizada principalmente para eliminar residuos peligrosos y se lleva a cabo por cincuenta y tres equipos autorizados para la incineración en la Ciudad de México, de los cuales veintitrés son incineradores de residuos peligrosos y quince de residuos peligrosos biológico-infecciosos procedentes de hospitales. Todas estas instalaciones han operado hasta ahora con permisos temporales, en condiciones variables, y con límites de emisión establecidos discrecionalmente.⁴⁹

⁴⁶ Perelló Sivera Juan, *Economía Ambiental*, Universidad de Alicante, España, p. 53.

⁴⁷ Diario Oficial de la Federación, *Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal*, Artículo 14, 27 de julio de 1989.

⁴⁸ *Ibidem.*, Artículo 15.

⁴⁹ Los criterios para incineración de residuos fueron unificados con la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-098-ECOL-2000, la cual establece límites máximos de contaminantes como dioxinas y furanos (que son

b) Industriales.

Por su naturaleza no es posible reciclar los desechos industriales peligrosos. En México, el artículo 153 de la Ley General de Protección al Ambiente, prohíbe los Centros Integrales de Manejo y Tratamiento de Residuos Industriales Peligrosos (CIMARIS), los cuales podrían convertirse en confinamientos para residuos importados, esto aunado a que en el país, hay un volumen muy importante de estos residuos que no recibe tratamiento.⁵⁰

Al no ser tratados adecuadamente este tipo de residuos, se tiran clandestinamente en barrancas y traspatios, en los derechos de vía, se mezclan con la basura urbana o simplemente se almacenan de manera inadecuada en los predios de las zonas industriales.

Por la carencia de infraestructura, México exporta residuos peligrosos derivados de la actividad industrial, como son aceites, solventes, grasas, lubricantes, chatarras, entre otros, a Estados Unidos, Finlandia, Inglaterra y Francia, donde manejarlos es un buen negocio y que no atenta contra el ambiente o intereses de esas sociedades, ya que cuentan con la tecnología y los equipos suficientes para procesar tales desechos.

A finales de 1990, existían únicamente siete confinamientos controlados para desechos industriales en todo México: tres públicos –San Luis Potosí, Nuevo León y Sonora–, y cuatro privados –Querétaro, Baja California y dos en Jalisco–.⁵¹ Ya en el transcurso de la década de los noventa se dio un avance en el manejo de los citados residuos (de las ocho millones de toneladas que se generan anualmente⁵²), en 1994 sólo 8% de esos desechos se manejaba adecuadamente, y en 1997 era el 25%.

En Torreón, Coahuila, la empresa “Pro Ambiente” tiene permiso para instalar y operar una Planta Recicladora de Residuos Peligrosos dentro del predio de Cementos Mexicanos (Cemex), con cuya producción se sustituirá hasta un 40% del combustóleo que se consume

hasta 5 veces más permisivos que los de E.U., Europa y otros anteproyectos de norma de incineración propuestos por las mismas autoridades).

⁵⁰ Pérez U. Matilde, La Jornada, 20 de agosto de 1997.

⁵¹ Tomado de estudios de prefactibilidad de la SEDUE, 1990.

⁵² Pérez U. Matilde, *op. cit.*

en los hornos de cemento. Además, la empresa Ecoltec construyó una planta para mezclar combustibles en el predio de Cementos Apasco, en Ramos Arizpe, Coahuila.

En 1997, mientras en Estados Unidos ya habían cerrado 15 hornos cementeros, y 50 retiraron su petición de permisos provisionales para la utilización de "residuos peligrosos como alternativa de reciclaje energético", debido a la oposición ciudadana y al establecimiento de normas ambientales más estrictas;⁵³ en México en ese mismo año se promovía como alternativa el "reciclaje energético", por empresas estadounidenses que pretendían expandir sus inversiones en la incineración de residuos peligrosos, influyendo en la política pública, además de aprovechar las ventajas que les ofrecía el Tratado de Libre Comercio (TLC).

7. Características de los materiales y sus consumidores.

Las características técnicas de los productos o materiales reciclables provenientes de la basura, están determinadas por las preferencias de los consumidores (industriales que habrán de transformarlos), los cuales establecen una serie de requisitos para la adquisición de los *materiales para el reciclado* (puesto que el proceso que deben realizar los pepenadores es simplemente de selección y recuperación de los productos, lo cual no implica una transformación de la basura, ya que sólo se toman los materiales reciclables que se encuentran mezclados en esta); estos requisitos corresponden a las normas técnicas que se imponen para dichos productos, las cuales no son demasiado complejas pues van desde clasificar y separar por tipo, tamaño, color y dureza los productos, hasta el hecho de estar lo más secos posibles para evitar que algunos materiales pierdan calidad y dejen de ser comerciales.

La decisión acerca de utilizar material reciclado dependerá de la diferencia existente entre el costo de los materiales vírgenes y el costo de los materiales reciclados. Además, la diferencia de precios debe ser sostenida para que la empresa opte por los insumos

⁵³ En 1976, el Congreso de los Estados Unidos promulgó el Acta de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA, siglas en Inglés) para monitorear el manejo de residuos peligrosos desde el lugar donde se generan hasta su último destino. Un sistema llamado "de la cuna a la tumba".

Las metas de la RCRA son: Proteger la salud humana y el ambiente del potencial impacto de los residuos peligrosos; Conservar la energía y los recursos naturales; y Reducir la generación de residuos peligrosos. J. Richard Mayer, *Connections in environmental science*, McGraw – Hill, New York, 2001, p. 281, Traducción: Atc. Angélica Mendoza.

reciclados y esta diferencia debe persistir a través del tiempo sin exhibir características que dejen de hacerlo rentable. Por ejemplo, el aluminio está sustituyendo ampliamente al estaño sobre todo en la producción de latas y recipientes metálicos; por lo que respecta a los plásticos éstos se están usando con propósitos de aislamiento y anticorrosión donde antes se utilizaban el plomo y el zinc, respectivamente. La lista es interminable⁵⁴ donde muchos productos han perdido gradualmente su posición en el mercado.

En México existe el Instituto Nacional de Recicladores, A. C. (INARE)⁵⁵ que constituye una organización de negocios suigéneris, ya que su comercio es inverso del normal, pues compran al menudeo y venden al mayoreo, por lo que enfrentan el problema de que las disposiciones fiscales no tienen una aplicación práctica a la realidad de su actividad; además, por su característica de manejar productos que han concluido su vida útil, conforman un sector cuya actividad no está contemplada en las leyes laborales ni sanitarias.⁵⁶

En el Distrito Federal dicho instituto tiene registradas 149 empresas o centros de reciclaje y en el Estado de México 54. Menor número están registradas en los Estados de Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro y Tamaulipas.

A. Magnitud de mercado.⁵⁷

Las decisiones privadas de la sociedad de desechar sin ningún control las basuras no toman en cuenta los costos sociales⁵⁸ y ambientales⁵⁹ (como la contaminación de los suelos,

⁵⁴ D. W. Pearce, *op. cit.*, p. 213.

⁵⁵ [//sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/residuos/](http://sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/residuos/)

⁵⁶ Por ello, este instituto trabaja para crear condiciones legales de trabajo y aporta a las autoridades correspondientes información sobre el sector con objeto de que sea regulado de acuerdo a sus propias características y necesidades.

⁵⁷ Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *op. cit.*, pp. 3-18.

⁵⁸ Costo Social: El término se suele usar para indicar: a) las desutilidades que se producen por causa de externalidades que afectan a un gran número de personas, como los residuos que contaminan el aire de una ciudad o las aguas de un lago; b) en un sentido más riguroso, para referirse al costo total, que incluye al costo privado más el de las externalidades mencionadas; c) para designar, en términos menos precisos, los problemas sociales que acarrear las bajas de ingresos de los grupos de menor poder adquisitivo cuando se retiran subsidios o se disminuyen los gastos públicos sociales. Carlos Sabino, *op. cit.*

⁵⁹ Costo Ambiental: Es el valor económico que se le asigna a los efectos negativos de una actividad productiva para la sociedad (contaminación, pérdida fertilidad del suelo, etc.). También son los riesgos económicos intangibles de un Proyecto de cierta envergadura. La economía tradicional ha ignorado tanto estos costos, como

las aguas y el agotamiento de los recursos), independientemente de las utilidades que el reciclaje puede aportar a los empresarios del ramo, hay beneficios sociales asociados con el reciclaje como: la extensión de la vida útil de los recursos; la reducción del efecto contaminante (provocado por los residuos industriales vertidos al medio ambiente y los desechos domésticos acumulados en tiraderos); y la reducción de la demanda de terrenos para basureros y rellenos.⁶⁰

Suponiendo que los materiales reciclados cubran el 30% de la demanda total y con precios de 1998, se estima que para el año 2010 la magnitud del mercado para los materiales reciclados será de 2,800 millones de pesos, por lo tanto, el reciclaje de materiales es un área prometedora como método de recuperación de residuos sólidos en el DF, situación que podría ser atractiva para los inversionistas.

B. Pronóstico de demanda del GDF.

La demanda de materiales reciclables provenientes de los desechos domésticos e industriales ha ido en incremento desde la década de los noventa, por lo que las empresas recicladoras han experimentado un aumento concomitante. Por ejemplo, en 1994 eran cinco mil, y para enero de 1997, sumaban ya siete mil quinientas. En ese mismo periodo muchas empresas en México trabajaron con desechos provenientes de Estados Unidos y Canadá.⁶¹ Al respecto cabe destacar que del total de empresas recicladoras establecidas, el 86% son micro empresas y pequeños negocios, y el 14% restante esta conformado por medianas y grandes empresas, entre las que destacan: Vitro, Recicladora Cachanilla, Internacional Regiomontana de Acero, Grupo Valdéz, Cepacel, Regiomet, Avangard y ECOCE.

Los materiales recuperados de los desechos sólidos o de la basura, cuentan con diversos mercados, pues se les puede utilizar en la fabricación de diferentes productos. En el cuadro siguiente se presenta por grupo de productos la estimación de la demanda por el Gobierno del Distrito Federal (GDF) en la primera década del siglo XXI:

los sociales. Muchos Proyectos ejecutados sin tomar en consideración estos costos generan impactos ambientales.

⁶⁰ La reducción de la demanda de terrenos para basureros aparece como un beneficio directo del reciclaje. D. W. Pearce, *op. cit.*, p. 221.

⁶¹ Asamblea de Representantes primera legislatura, Memoria del foro sobre el Servicio de Limpia y Recolección de Basura en el D.F., Castillo Berthier Héctor, *Sociedad de la basura*, México, 1995, p. 30.

Cuadro 22
Pronóstico de demanda de productos en el Distrito Federal por GDF.
 (toneladas/año)

Año	Papel	Vidrio	Plástico	Aluminio
1998 *	2,482,000	614,000	147,000	129,000
1999 *	2,682,000	654,000	155,000	158,000
2000 *	2,902,000	697,000	165,000	192,000
2001	3,141,000	727,000	175,000	232,000
2002	3,399,000	765,000	185,000	277,000
2003	3,677,000	802,000	196,000	328,000
2004	3,973,000	840,000	207,000	385,000
2005	4,290,000	878,000	219,000	447,000
2006	4,625,000	916,000	232,000	514,000
2007	4,980,000	853,000	245,000	587,000
2008	5,354,000	991,000	258,000	666,000
2009	5,747,000	1,029,000	272,000	750,000
2010	6,160,000	1,067,000	287,000	840,000

FUENTE: Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Informe Intermedio para el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, 1998, pp. 3-38.

* Datos Existentes.

La tendencia de crecimiento en la demanda de productos por parte del GDF, permite suponer el incremento que podrían tener estos productos en otros sectores de la economía nacional, de ahí la importancia e influencia económica de la actividad del reciclaje en las finanzas nacionales.

CAPITULO IV PROYECTO SOCIO-ECONÓMICO.

“El objeto legítimo del Estado es hacer para el pueblo lo que es preciso hacer, pero nadie puede hacerlo por si mismo, o no puede hacerlo tan bien como el Estado.”

Abraham Lincoln.

Cuando se habla de contaminación al medio ambiente, la imagen más directa con la que se relaciona es la generación de la basura doméstica y residuos urbanos. Esta situación está directamente ligada con uno de los rasgos más visibles que identifica al modelo económico vigente y a los hábitos y estilos de vida en la actualidad: el *consumismo*, que a la vez produce uno de los efectos más palpables a consecuencia de este espejismo económico: *el deterioro del medio ambiente y los recursos naturales*. Irónicamente, la producción de residuos pone en peligro el actual estilo de vida de las sociedades que tanto promueven las estrategias consumistas.

Hoy en día en todo el mundo están ocurriendo cambios muy significativos en la forma de visualizar el problema de los desechos. Nuevas soluciones están emergiendo con respecto a la forma de aprovechar esos materiales a partir del manejo adecuado de los residuos sólidos, para obtener beneficios ambientales y económicos para toda la sociedad, por lo cual es útil conciliar las estrategias del manejo de la basura, con la del consumo de productos industriales y la de la reutilización de los mismos.

El manejo apropiado de los residuos exige en muchos países en desarrollo un cambio en los hábitos de manejo de los desechos por parte de los ciudadanos, cosa que en general sólo puede lograrse a través de una información continua de las cuestiones relativas al medio ambiente, a los recursos naturales y a la higiene, tanto en los centros de estudio del sector de educación formal, como en el hogar –centro informal de educación– a través de los medios de comunicación masivos. Asimismo, en muchas ciudades el manejo de los residuos sólidos suele limitarse a la recolección de la mayor parte de basura, y en el mejor de los casos a la selección informal de sólo una parte de los residuos sólidos recogidos, lo cual desde el punto de vista de la economía, de la ecología y de la higiene, es insuficiente.

El manejo de residuos sólidos siempre ha sido considerado responsabilidad del gobierno, debido a las implicaciones de esta actividad en la salud pública y el medio ambiente, y a que esto implica medidas multidisciplinarias y multisectoriales, prueba de ello es que las administraciones públicas absorben los costos del servicio de limpia, aunque por la carencia de recursos económicos, materiales, y humanos, tienen graves problemas para prestar eficientemente el servicio integral del aseo urbano esto es: barrido, recolección, transporte y disposición final de dichos residuos.

La crisis económica en nuestro país hace necesario el abatimiento del costo de los satisfactores para impedir que disminuya el consumo, y una manera de lograrlo es con el empleo de materias primas recicladas, que sin menoscabo de la calidad abaraten los costos de la planta productiva, por lo cual hay que considerar los residuos no como desechos que deben ser eliminados, sino como recursos que deben ser aprovechados para lograr el doble objetivo de solucionar un problema ambiental, y al mismo tiempo contribuir al desarrollo de la actividad económica y a la creación de empleos.

El enorme volumen de artículos importados provenientes de residuos reciclados, se explica muchas veces por el mayor fomento a la recuperación que existe en los países de los que se importa. La demanda de ese tipo de objetos podría y debería cubrirse con bienes producidos con materiales de desecho generados en el país, lo que daría lugar a beneficios económicos evidentes como la disminución de esas y otras importaciones, y además a la creación de puestos de trabajo socialmente útiles, porque el reciclaje puede dar origen a muchos empleos, ya que recolectar y clasificar los materiales aptos para ser reciclados requiere de una gran fuerza laboral.

Tomando en cuenta los gastos que se generan en el manejo de los desechos al ser ésta una actividad determinante para el saneamiento básico de las ciudades, se considera como la punta de lanza para la gestión ambiental de los gobiernos, por lo que se pensó en opciones que no generen más gasto y que sobre todo, provoquen mejores condiciones de limpieza. De ahí que el objetivo primordial de este capítulo es presentar algunas ideas y planteamientos sobre las diferentes opciones que existen para mejorar la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos domésticos, así como para incrementar la captación de recursos provenientes del fortalecimiento de la actividad del reciclaje, mismas que podrían llegar a considerar las autoridades delegacionales y municipales.

En el siguiente cuadro se presenta la participación porcentual de los siete ámbitos en que se dividía el gasto programático total para los años de 1995 a 1998, en este cuadro se puede observar que el gobierno de la ciudad destinaba proporcionalmente una mínima parte de su gasto para las cuestiones relativas al medio ambiente.

Cuadro 23
Participación porcentual en el gasto programático total, diversos años.
(por cientos)

Ámbito	1995	1996	1997	1998
Gasto Programático Total ^{1/}	100.00	100.00	100.00	100.00
Justicia y Seguridad Pública	20.23	21.73	24.59	24.25
Bienestar Social	19.79	18.74	20.95	22.26
Administrativo	17.11	15.39	16.56	17.55
Transporte	19.41	21.35	14.39	15.16
Infraestructura Urbana	14.77	15.11	15.09	12.59
Medio Ambiente	7.72	6.80	7.64	7.02
Desarrollo Económico	0.98	0.88	0.78	1.18

FUENTE: Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1997, 1998 y 1999, Tomo 1.

1/ Excluye el gasto no sectorizable Deuda Pública y ADEFAS, ya que por su naturaleza no son programables.

Nota: En 1999 y 2001 se modificó la apertura programática del Gobierno del Distrito Federal, por eso las cifras correspondientes a esos años no son comparables con los años anteriores. Ya que en 1999 de siete ámbitos se paso a seis objetivos estratégicos, y en 2001 a cinco gabinetes.

El ámbito de Medio Ambiente desaparece como tal en las reestructuraciones programáticas de 1999 y 2001, lo que hace más evidente la falta de interés o la poca importancia que se da al sostenimiento de las actividades relacionadas con el medio ambiente, así como la falta de consistencia hacia el desarrollo sustentable,¹ tema que debería ser considerado como prioritario en toda administración gubernamental.

Si tomamos en cuenta que con la recuperación de los materiales de desecho se reducen hasta un 40% los costos de producción,² y que en la Ciudad de México se generan alrededor de cuatro mil toneladas diarias de basura reciclable,³ podemos entender porqué

¹ El desarrollo sustentable es a largo plazo, implica equidad para éstas y las futuras generaciones en un ambiente sano y limpio. "Las preocupaciones por el bienestar humano, la integridad ecológica y la justicia y equidad social, juntos, constituyen las piedras angulares del DS. Al mismo tiempo los tres objetivos o sistemas que deben ser considerados de manera inseparable y articulada son el desarrollo económico, la equidad y la sustentabilidad. Ello es lo que da sentido y potencia la idea y principios del DS. Un ingreso legítimo es un ingreso sustentable." García Páez Benjamín. *op. cit.* p. 19.

² Cacho López, Yalin, *El Financiero*, p. 20, lunes 15 de julio de 1996.

³ De los desechos totales, cerca del 35% se reincorporan a la producción de nuevos bienes de consumo.

existen empresas interesadas en invertir para reciclar y aprovechar los desechos sólidos, ya que un buen proceso de reciclaje es capaz de generar importantes ingresos, pues existe un suministro continuo y seguro de materia prima y su potencial de uso es casi ilimitado.

1. Sistema Institucional, organizativo y financiero.

La Ciudad de México, al igual que otras ciudades del país y del resto del mundo, enfrenta el grave problema de la progresiva contaminación del medio ambiente, ocasionado fundamentalmente por el inadecuado e ineficiente manejo y disposición final de los residuos sólidos, y el volumen en que éstos se generan. El depósito incontrolado de basura en las proximidades de las viviendas, en tiraderos ilegales, o en el cauce de los ríos, contribuye a intensificar el efecto de invernadero por la emisión incontrolada de gas metano, y constituye un nido de agentes patógenos que representan un peligro para la salud. Dada la creciente urbanización dentro y alrededor del DF, cada año se le dificulta más a su gobierno reservar terrenos para utilizarlos como sitios de disposición final, toda vez que estos son un elemento indispensable del manejo de los residuos sólidos.

Aún cuando en el siglo XX las administraciones gubernamentales del DF ya contaban con el concepto y servicio de limpia entre sus funciones, ya que dentro de los clasificadores por objeto del gasto existían partidas por este concepto, el servicio domiciliario no se cobraba como tal directamente a los usuarios del mismo,⁴ por lo que debe entenderse que se financiaba con la recaudación por otros conceptos. Sea como sea, el costo de todas y cada una de las etapas del sistema integral de limpia era absorbido por la administración de la ciudad, convirtiéndolo así en una carga económica, puesto que cerca del siete por ciento del gasto programático total de esta entidad se destinaba para dicho fin, lo que representa una importante cantidad de recursos de las finanzas públicas los cuales no eran suficientes para tal objetivo, y por ende disminuye la eficiencia de operación del resto de los servicios que se prestaban a la población.

⁴ Al respecto el Código Financiero del Distrito Federal, en el artículo 254 establece que por los servicios de recolección y recepción de residuos sólidos que generen los **establecimientos** mercantiles, industriales y similares, así como dependencias y entidades federales, que preste el Gobierno del Distrito Federal, se pagarán los derechos correspondientes conforme a las cuotas establecidas en las fracciones: I, II, III, IV y V.

Para conocerlas véase el Anexo núm. 11.

A continuación se presenta la participación porcentual en el gasto programático total del Gobierno del Distrito Federal, de los dos principales programas que tienen que ver con el manejo de los residuos sólidos, que son: 3Z "Regulación y Preservación Ecológica" y 5M "Infraestructura Ecológica". Dicho cuadro presenta la proporción de recursos que el Gobierno de la ciudad gastaba en el manejo de la basura en los años de 1995 a 2000.

Cuadro 24
Participación porcentual en el gasto programático total, 1995 - 2000.^{1/}
(por cientos)

Ámbito / Programa / Subprograma	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gasto Programático Total ^{2/}	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Medio Ambiente	7.72	6.80	7.64	7.02		
3Z Regulación y Preservación Ecológica	7.37	6.26	7.02	6.40	0.00	0.00
04 Control de Residuos Sólidos	4.90	3.54	4.41	4.03	3.91	3.28
5M Infraestructura Ecológica	0.20	0.20	0.12	0.14	0.07	0.12
02 Construcción e Instalaciones	0.13	0.20	0.12	0.14	0.00	0.00

FUENTE: Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1997, 1998, 1999 y 2000 Tomo 1.

1/ Para conocer las cifras reales en miles de pesos referentes a este cuadro véase el anexo núm. 12.

2/ Excluye el gasto no sectorizable Deuda Pública y ADEFAS, ya que por su naturaleza no son programables.

Nota: En 1999 y 2001 se modificó la apertura programática del Gobierno del Distrito Federal, por eso las cifras correspondientes a esos años no son totalmente comparables con los años anteriores.

En los años considerados en el cuadro anterior puede observarse que el Gobierno gastó más recursos en el control de los residuos, que en modernizar la infraestructura necesaria para dicha actividad, lo que permite entender por qué en la Ciudad de México el barrido, la recolección y la transportación de la basura se dan de una manera irregular y mientras esa tendencia del gasto público no sea reorientada y reforzada (tal vez con capital privado), la problemática provocada por la generación de residuos sólidos en el DF seguirá incrementándose.

Esa situación perjudica a largo plazo no solo la calidad de vida de las comunidades marginadas, sino que causa un impacto negativo en la economía del GDF, observándose que los problemas se acentúan en la periferia de la ciudad, donde el mal trazo de las calles dificulta el acceso de los camiones del servicio de limpia, lo que afecta a la población de menores ingresos y al bienestar de toda la comunidad. Una de las soluciones sería poner en marcha un plan concreto para clasificar y separar la basura doméstica, primero en los

hogares en que se origina, y posteriormente en los centros recolectores delegacionales y municipales del servicio de limpia, ya que se podrían reducir considerablemente los desechos.

Dado el crecimiento urbano, el incremento de la población, y por consiguiente la generación de volúmenes cada vez mayores de desechos, es insostenible que el servicio de limpia sea gratuito y proporcionado únicamente por los entes gubernamentales con recursos provenientes de la recaudación tributaria, ya que esto complica el desarrollo de las actividades y obstaculiza la gestión⁵ eficiente de los residuos sólidos; lo que obliga a buscar otras opciones para que el gobierno pueda incorporar a la sociedad en la solución de este problema. Como ya se mencionó una opción sería la selección de los residuos sólidos iniciando dicha actividad desde el lugar donde se generan, con el objetivo de conservar los recursos naturales y reincorporar los materiales a los procesos productivos; asimismo, sería necesario establecer un sistema integral de aprovechamiento de los residuos sólidos –esto es reciclarlos–, para lo cual es importante contar con la participación de la iniciativa privada en lo referente a la tecnología, financiamiento, y operación de los sistemas de tratamiento;⁶ el cual este más acorde con las condiciones ambientales, financieras y sociales de la ciudad.

Si bien es justamente en el manejo de los residuos sólidos donde existen muchas posibilidades para la intervención del sector privado, hasta el momento su acción ha sido incipiente. Siendo que la participación más difundida especialmente en lo que respecta a la clasificación de materiales reciclables, es la del sector informal de la economía cuya

⁵ Según el artículo 1° de la Directiva del Consejo de la CEE de 15-7-75 relativo a residuos, se entiende por gestión: la recogida, clasificación, transporte y tratamiento de los residuos, así como su almacenamiento y depósito sobre o bajo la tierra. También forman parte de la gestión las operaciones de transformación necesarias para su recuperación, reciclaje y reutilización. Perelló Sivera Juan, *op. cit.*, p. 49.

⁶ A pesar de la falta de apoyo y coordinación en esta materia, existe en México el Instituto Nacional de Recicladores, A. C. (INARE, fundado en febrero de 1994), a través del cual los empresarios afiliados contribuyen de manera importante a la economía nacional con fuertes inversiones en maquinaria y equipo para el reciclaje, con lo que se facilita la fabricación de materia prima barata para ser utilizada por la industria de la transformación con el consiguiente ahorro de divisas, recursos, y energía para el país.

El INARE busca desde el punto de vista del empresario, tener toda una serie de beneficios complementarios que solo como grupo pueden lograrse, como sería un tratamiento especial para la compra de maquinaria y equipo, para la obtención de créditos blandos a través de la formación de una sociedad de crédito para el gremio, para el aseguramiento de precios de flotilla, en fin, para todo aquello que pueda redundar a favor de sus empresas.

Dicho instituto desea además proporcionar la profesionalización de su actividad, a través de Seminarios relacionados con las nuevas tendencias en el manejo empresarial, la optimización de recursos, el conocimiento de las regulaciones ecológicas y fiscales, etc., a través del intercambio de información con los diversos institutos y asociaciones relacionados con la preservación del medio ambiente para que su lema "Por un Reciclamiento Conciente" se cumpla.

estructura –que ha ido estableciéndose a lo largo de muchos años– representa posibilidades de ocupación importantes para los grupos más pobres de la población.

Los esfuerzos oficiales que se han sucedido para crear la infraestructura necesaria para el reciclaje de los desechos sólidos, han resultado infructuosos, debido a que no existe un programa nacional que impulse dicha iniciativa. Por otra parte, las empresas interesadas en el reciclado –principalmente las que se encargan de concentrar los desechos aptos para su reaprovechamiento y en menor medida las del sector manufacturero– no han conseguido negociar con los sectores involucrados en el problema de la basura: la población generadora de los desechos, el gobierno, los grupos ecologistas, y los líderes de los pepenadores.⁷ Por ello es urgente conciliar intereses y encontrar mecanismos de cooperación entre el sector público y el privado, y entre éstos y los dirigentes de los pepenadores, con la finalidad de desarrollar la infraestructura necesaria para utilizar productiva y eficientemente esos desechos.

Si en el país se realizara una inversión al respecto, se estaría explotando un rubro que desde la década de los años ochenta del siglo XX ha ido adquiriendo importancia en cuanto a generación de recursos, pero que sin planeación ni orientación bien definida es subaprovechado, beneficiando hasta el momento sólo a la economía informal. Al instalar esa infraestructura en México, los mayores beneficios de esta acción no sólo los captarían los empresarios, sino también todas las personas que actualmente trabajan en la pepena, mismas que dejarían la economía informal para pasar a formar parte del sector industrial.

Para poder entender cómo es que se realiza la recuperación de los residuos reciclables contenidos en la basura es necesario definir la propiedad legal de ella. La basura en poder de los particulares es de su propiedad y pueden hacer con ella lo que quieran, siempre y cuando no contaminen el medio ambiente; una vez entregada al recolector pasa a ser propiedad del GDF, el cual la cede a los pepenadores para que recuperen los materiales que consideren de utilidad, seleccionando los que pueden reintegrarse a la esfera productiva. De esta forma los pepenadores aplican su trabajo a la basura convirtiéndola en algo útil que genera beneficios para todos los que se dedican a esa actividad.

⁷ “Entre los pepenadores existe la creencia muy arraigada de que ellos son los únicos dueños de la basura y por ello no permiten que gente ajena al gremio *se las quite*, puesto que entonces ¿en que iban a trabajar? ¿de que podrían mantenerse? ¿como podrían vivir?”. Deffis Caso, Armando. *La basura es la solución*, Editorial Concepto, México, 1990, p. 67.

Por su parte las empresas recicladoras contribuyen con su actividad de manera importante a la generación de empleos, dando trabajo directa o indirectamente a subempleados y desempleados, por lo que constituyen una fuente de recursos para la población marginada: pepenadores y ancianos entre otros, coadyuvando a aminorar el problema socioeconómico de carencia total de ingresos familiares, que en estos momentos de recesión resulta fundamental para aliviar la crisis económica.

Las nuevas técnicas y procesos desarrolladas para la utilización de la basura, exigen nuevas modalidades en la prestación del servicio de limpia, en las que deben participar aquellos que generan los desechos (ciudadanía, empresarios y gobierno), quienes deben ser obligados por un ordenamiento legal a separar los residuos, empacarlos, y trasladarlos a los centros de recepción o a los contenedores; esto es generar e incluir un componente educativo importante en los programas de educación los cuales deberán de contener conceptos básicos tales como: reducir, reutilizar y reciclar. Esta cultura deberá iniciarse con el sistema de educación básica, y reforzarse con materias de ecología en la educación media y superior.

2. Factibilidad Financiera.

El financiamiento de los servicios públicos es un factor muy importante en las estrategias de gobierno que cada administración se plantea desde el inicio de su gestión. Sin embargo, el problema no radica sólo en si se cobran o no los servicios que se proporcionan a la población por parte de las administraciones delegacionales, el asunto está relacionado con consideraciones acerca del tipo de tarifa que habría de utilizarse: si el costo de algún tipo específico de servicio se recuperaría totalmente de los usuarios, o sería parcialmente subsidiado; si la tarifa sería uniforme o diferencial, tomando en cuenta criterios sectoriales, niveles socio-económicos, volumen del servicio utilizado por tipo de usuario, u otros conceptos específicos de cada entidad o persona usuaria del servicio. Asimismo, entran en juego aspectos relacionados con la necesidad de inducir en la ciudadanía el comportamiento adecuado para la utilización del servicio de limpia.

El costo de los servicios de limpia incide en forma notable en las finanzas de los gobiernos por lo que representa una carga importante para el erario público, ya que cerca del

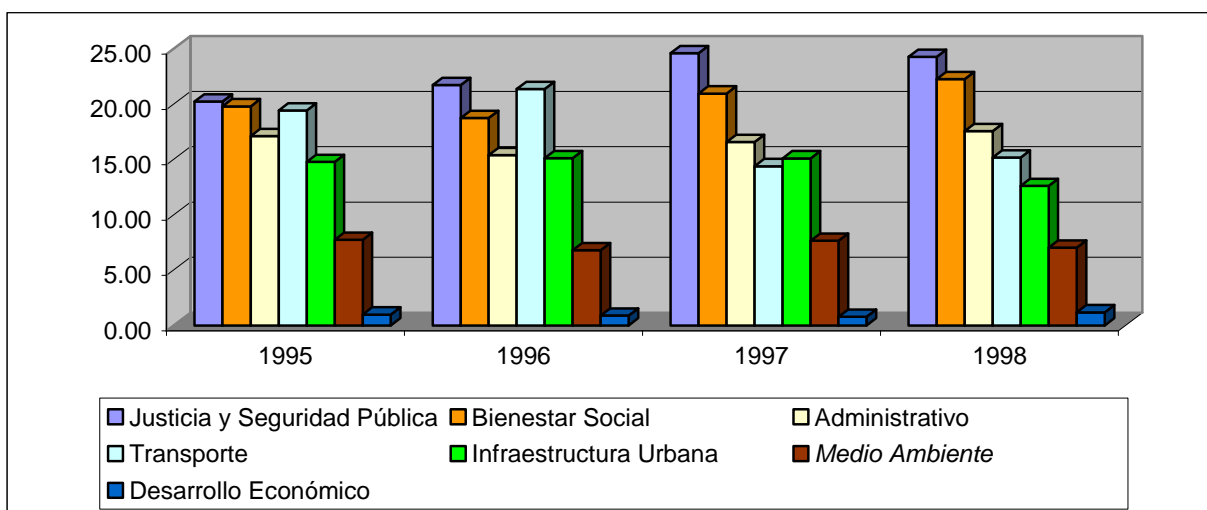
siete por ciento de su gasto total anual (al respecto véase la siguiente gráfica), misma que no es suficiente para sufragar la eficiente prestación del servicio. Dicho gasto se cubre con fondos generales provenientes de la tributación, en la cual el pago del *impuesto*⁸ predial es muy importante, pero la proporción que de dichos fondos se destina al pago del servicio de limpia no es suficiente para prestarlo eficientemente, por lo que debería ser completado por una cuota directa a cargo de quienes generan basura y no así para quienes separen sus desechos, por lo que sería conveniente crear un *derecho*⁹ por servicio de recolección de residuos, de la misma manera en que actualmente se cobra el servicio especial de retiro de desechos industriales y peligrosos, según lo establecido en el Código Financiero del Distrito Federal en su artículo 254; se buscaría una relación compensatoria entre el costo del servicio y la tarifa cobrada manteniendo ésta dentro de límites razonables, para que sin descuidar el criterio de rentabilidad no se obstaculicen los objetivos del desarrollo social.¹⁰

Gráfica 9
Participación porcentual en el gasto programático total por Ámbito.

⁸ Los **impuestos** son las prestaciones en dinero o en especie que el Estado fija unilateralmente y con carácter obligatorio a todos aquellos individuos cuya situación coincida con la que la ley señala, es sinónimo de tributo, carga fiscal o prestaciones en dinero y/o especie, que fija la ley con carácter general y obligatorio a cargo de personas físicas y morales para cubrir los gastos públicos. SHCP, *op. cit.*

⁹ Los **derechos** son las contribuciones establecidas en la ley por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por los servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se prestan por organismos descentralizados. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado. *op. cit.*

¹⁰ Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC), *Derechos por servicios de recolección de desechos sólidos*, México, 1994, p. 18.



FUENTE: Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996, 1997, 1998 y 1999, Tomo 1.

El financiamiento del actual modelo de gestión de residuos que tiene la Ciudad de México, proviene en parte de los *derechos* cobrados directamente a los grandes generadores de residuos,¹¹ y en parte del monto de la recaudación total. Este sistema de recolección de basura incluye el uso de recursos humanos, financieros y materiales del Gobierno del DF para satisfacer la necesidad del servicio de limpia; pero como los recursos son limitados y existen otras necesidades que cubrir, es importante no depender del fondo general para la satisfacción de la necesidad de captar y eliminar los residuos, por lo que es imprescindible diseñar estrategias de financiamiento para generar los ingresos que compensen los gastos que implica este servicio.¹² Asimismo, se deberá buscar abiertamente la participación directa de capitales privados.

Para asegurar la prestación del servicio de manejo de residuos, tiene que considerarse la cobertura continua de su costo atendiendo a las posibilidades de los grupos usuarios del mismo, por lo que a la hora de elegir la tecnología aplicable ha de tenerse en cuenta no sólo

¹¹ El servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios será gratuito. En el caso de establecimientos mercantiles, industriales o similares cuyo volumen de residuos sólidos generados por día, sea superior a 200 Kg., los propietarios, poseedores o administradores podrán convenir con la Delegación correspondiente la recolección y transporte de dichos residuos, cubriendo **los derechos** que para el efecto establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal; en el supuesto de que no se convenga en los términos señalados en la fracción anterior, los propietarios, poseedores o administradores deberán sufragar los costos de recolección y transporte de los residuos sólidos, a los lugares que determine la Delegación respectiva, debiendo observar las condiciones de higiene que establezcan las disposiciones sanitarias aplicables.

¹² En este sentido todas las cosas tienen su precio, sean bienes o servicios; e incluso las diferentes clases de trabajo humano tienen precios distintos, llamados salarios. Todo el mundo recibe dinero por lo que vende, y emplea a su vez, este dinero para adquirir lo que desea. Paul A. Samuelson, *Curso de Economía Moderna*, Ed. Aguilar, Madrid, 1981, p. 50.

el monto del financiamiento de la inversión inicial, sino también su costo permanente considerando el principio de costo-beneficio. Al respecto cabe hacer notar que actualmente los usuarios del sistema de recolección de basura cubren remuneraciones voluntarias a los barrenderos por la ayuda que proporcionan al llevar la basura al camión recolector, y que dichas *cuotas voluntarias* representan ya un pago indirecto por la prestación del servicio de recolección, mismo que no es reportado como un ingreso ante las autoridades hacendarias, con lo cual se dejan de percibir por parte del gobierno aportaciones tributarias.

A. Evaluación Costo-Beneficio.

Se puede entender como análisis costo-beneficio, el estudio que compara los costos y los beneficios que tiene para la sociedad la provisión de un bien público.¹³ La provisión eficiente de bienes públicos¹⁴ es, pues, intrínsecamente más difícil que la provisión eficiente de bienes privados.

En el análisis costo-beneficio, como su nombre lo indica, los beneficios de un proyecto o propuesta se calculan y comparan con los costos totales que asumiría la sociedad si se llevaran a cabo las acciones planeadas. Debe tomarse en cuenta que dicho análisis se basa sólo en consideraciones económicas y no en juicios de valor sobre las condiciones

¹³ N. Gregory Mankiw, *Principios de Microeconomía*, Primera Edición, McGraw-Hill, 1998, p. 214.

¹⁴ Bienes Públicos: Llámense así a los bienes o servicios que no pueden ser disfrutados por un individuo sin que otros también tengan acceso a ellos. Al establecerse una fuerza policial o un servicio de alumbrado público, por ejemplo, no es posible suministrar el bien a quienes paguen por él y excluir de su disfrute a quienes así no lo hagan. El consumo que una persona haga de tales bienes no disminuye el consumo de las restantes personas, a diferencia de lo que ocurre con los otros bienes, que por ello son llamados bienes privados.

Cuando estas características se dan de un modo completo se habla de bienes públicos puros: en este caso no es posible excluir a nadie del consumo del bien y el consumo de una persona no disminuye el de las restantes. Cuando, como frecuentemente ocurre, esto sucede sólo de un modo parcial, se habla entonces de bienes mixtos. Por ejemplo, la vacunación contra una enfermedad puede considerarse un bien mixto, pues ella incluye una utilidad privada -la propia protección- pero también una utilidad pública, la protección que se ofrece a los demás contra el contagio. En este caso se habla de la externalidad del bien, de la utilidad que éste confiere a quienes sin embargo no han pagado para obtenerlo.

La provisión de bienes públicos no puede realizarse eficientemente a través del mercado puesto que el oferente de los mismos no puede garantizar que sólo quienes paguen tengan derecho a obtener el bien; en tales circunstancias muchas personas no tendrían incentivo alguno para pagar por algo que, de todas maneras, estarán en condiciones de disfrutar, y por lo tanto quien produzca el bien no tendrá los incentivos para hacerlo. El fenómeno de quienes pueden aprovecharse de la utilidad de un bien público sin haber pagado por ello es conocido como el caso del *free rider* (el que viaja sin pagar): cuando un bien público es provisto, éste tiene un precio que refleja el número de quienes han pagado por el mismo; pero, una vez provisto, y ya cubiertos todos los costos, cualquier persona que se incorpore al disfrute de ese bien podrá hacerlo gratuitamente sin alterar las transacciones ya realizadas. Por ello los bienes públicos se proveen generalmente a través de la acción de organismos públicos: gobiernos nacionales, regionales o municipales y asociaciones de diverso tipo. Carlos Sabino, *Op. Cit.*

ambientales de la naturaleza, aunque no puede desconocerse la existencia de límites físicos y biológicos de la biósfera, es decir, la necesidad de no sobrepasar la capacidad de los ecosistemas para degradar y reciclar los contaminantes, por los problemas que la pérdida de dichos ecosistemas implica para el género humano.

De ahí que en la medida en que se preste mayor atención al momento de desechar los residuos en esa medida se estará contribuyendo al mejoramiento del entorno, por lo que valdría la pena analizar como sociedad y sobre todo como individuos cuanto nos costaría separar y clasificar los desechos que generamos, para que estos puedan más fácilmente ser reciclados, considerando cuanto nos costaría tratar de reparar el daño causado al medio ambiente y el deterioro en la calidad de vida que habríamos de soportar.

La dificultad que se presenta en la práctica, es que los costos y beneficios no siempre pueden medirse fácilmente ni definirse cuantitativamente. No es fácil determinar el valor monetario de preservar áreas arboladas o de ver a los niños crecer sanos, por lo tanto el gasto en el abatimiento de la contaminación debe determinarse en gran parte por un juicio intuitivo.¹⁵ Así, un buen economista debe ver la problemática de manera integral, los pros y contras de cada política y acción gubernamental, porque no es posible proteger el ambiente y la salud de los habitantes de un país si se promueve el incremento irracional de la explotación de los recursos naturales –cuyo valor si puede establecerse cuantitativamente– sin importar el daño al medio ambiente.

No es fácil aplicar el análisis costo-beneficio en un mundo en el que muchos beneficios y costos simplemente no pueden cuantificarse con precisión. Por ejemplo, si el Gobierno considera la posibilidad de realizar un proyecto público, como la construcción de una nueva Planta de Selección de Desechos Sólidos, para saber si debe construirla o no y en donde, habría de comparar los beneficios totales que aporte tal construcción, contra los costos que ésta implique (instalación, mantenimiento, etc.). Para tal caso se debe de ponderar el gasto total que tendría que efectuar el gobierno (dejar de invertir en otro tipo de acciones como: salud, educación, seguridad, etc.) en el corto, mediano y largo plazos, contra el beneficio social aportado por una inversión de este tipo (generación de empleo, ahorro de recursos naturales, bienestar ecológico, mejoras en salud pública y mejores condiciones de vida).

Los proyectos de captación y eliminación de residuos son de naturaleza social, ya que con ellos se pretende beneficiar a la población en su conjunto. El beneficio obtenido de dichos servicios se mide por el valor que se asigne a la posibilidad de deshacerse de los residuos en vez de mantenerlos en la comunidad, lo que puede alcanzarse con diversos proyectos optativos, aunque a los usuarios del servicio sólo les interese desprenderse de sus residuos independientemente de cómo logren hacerlo.¹⁶

Para los residuos sólidos existen dos soluciones posibles: *recuperarlos o destruirlos*, la recuperación puede ser el medio principal de eliminación de residuos ya que apenas el 20% de las basuras domesticas son objeto de algún tipo de tratamiento con la finalidad de rescatar algunos componentes (en el año de 1990, el 75% de la basura se recogía y el 25% restante quedaba en las calles; para 1995 esta proporción se modificó al 80 y 20% respectivamente),¹⁷ *la destrucción* se refiere a la incineración de los desechos mezclados.

3. Factibilidad Técnica.

Arrojar en cualquier sitio los productos de desecho de los procesos de producción o del aprovechamiento de distintas materias por parte de los consumidores, es la forma más barata de deshacerse de ellos, pero también la mas irresponsable; esta costumbre obedece a criterios económicos, legales y sociales que la hacen la manera menos costosa de desprenderse de la basura, ya que no hay quien multe a las personas por arrojar su basura en las calles, y no existen organizaciones que presionen a quienes así lo hacen. Por eso es necesario estudiar cómo modificar la normatividad vigente, la cual a pesar de establecer multas y sanciones no se hace cumplir por las autoridades correspondientes, para obligar a las personas a preservar el medio ambiente y a desarrollar estilos de vida más acordes con él.

¹⁵ Puede ser útil calcular los costos derivados de la contaminación y de las medidas actuales destinadas a la prevención de la misma, considerando que las cantidades resultantes servirán, al menos, como indicadores de beneficios económicos perdidos por la sociedad.

¹⁶ Ramón C. O., Guillermo G. B., *Análisis de inversiones en servicios públicos locales (Municipales y Estatales)*, INDETEC, México, 1998, p. 166.

¹⁷ En las ciudades de la república mexicana se recolecta alrededor de 70% de dichos residuos, abandonando el restante en calles, lotes baldíos, basureros clandestinos o tirándolos en cauces de ríos, arroyos y canales.

Para eso es necesario introducir un sistema de limpia que lleve a los usuarios del servicio a buscar formas de reducir la cantidad de desechos que producen, racionalizando por una parte los hábitos de compra para evitar adquirir artículos que al no ser aprovechados se convierten en basura, y por la otra separando los desechos. Otra manera de estimular a los usuarios del servicio de limpia sería que las empresas interesadas en reciclar los productos desechados recogieran sin costo alguno los desechos de los habitantes de la Ciudad que cumplieran con el requisito de clasificarlos, y que a su vez esas empresas gozaran de una disminución en el pago de *impuestos*. Con esto las familias tendrían una motivación tanto para reducir su producción de desechos sólidos, como para entregarlos clasificados. Siendo esto parte de la solución al problema de la generación de basura.

Uno de los principales asuntos que deben estudiar los economistas ambientales es el de los *incentivos fiscales* que pueden establecerse para que las medidas anticontaminantes sean respetadas, ideando mecanismos a través de los cuales estimular a los industriales a adoptar las medidas necesarias para reducir la contaminación producida por los procesos productivos, y a utilizar materiales reciclados en dichos procesos, y asimismo, motivar a los consumidores a adquirir dichos productos. Por su parte autoridades como la SHCP, el GDF y la SEMARNAT, deberán elaborar programas que permitan la integración de paquetes e incentivos fiscales que promuevan la adopción de técnicas y equipos de control de residuos.¹⁸

Al respecto se realizó una revisión de la normatividad vigente, misma que se menciona en el siguiente apartado.

A. Aspectos normativos.

Es fundamental que las autoridades empiecen a aplicar de una manera estricta tanto la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) –que es de carácter federal–, como la Ley Ambiental del Distrito Federal y el Reglamento para el

¹⁸ En el Art. 45, fracción IV; del Decreto de Presupuesto de Egresos del Distrito Federal para el Ejercicio Fiscal del año 2001, emitido el día 31 de Diciembre de 2000; se establece que: se estimularán los proyectos de coinversión con los sectores social y privado y con los distintos órdenes de Gobierno y Estados colindantes al

Servicio de Limpia en el Distrito Federal, que son los instrumentos básicos de la política medioambiental en la Ciudad de México, y que conforme a ellas sancionen efectivamente a quienes no las cumplan, obliguen a las empresas que no cuenten con equipos para purificar sus emisiones contaminantes a colocarlos, y que clausuren a las que en un plazo determinado no hayan instalado la infraestructura anticontaminante necesaria.

En materia ambiental los preceptos más relevantes de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente son los que se refieren a la calidad del aire, del agua y de la tierra. Para asegurar una calidad del aire satisfactoria en todos los asentamientos humanos y en todas las regiones del país a modo de garantizar el bienestar de la población y proteger el equilibrio ecológico,¹⁹ es necesario reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles. Asimismo, para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país, la participación responsable de la sociedad es condición indispensable prevenir y controlar la contaminación del agua; Estado y sociedad deben prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua –incluyendo las del subsuelo–, por lo cual su aprovechamiento en actividades susceptibles de producir su contaminación conlleva la responsabilidad de tratar sus descargas a modo de reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Las aguas residuales de origen urbano previamente a su descarga en ríos, vasos, aguas marinas, y demás depósitos o corrientes de agua –incluyendo las del subsuelo–, deben recibir tratamiento.²⁰

Respecto al suelo, corresponde al Estado y la sociedad prevenir su contaminación, y para lograrlo los residuos que constituyen su principal fuente de contaminación deben ser controlados. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, ya provengan de los productores o de los consumidores, para lo cual es imprescindible incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente. La utilización de plaguicidas, fertilizantes, y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas, y en los suelos ya contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos deben llevarse a cabo las acciones necesarias para

Distrito Federal, para la ejecución de obras y proyectos de infraestructura y de servicios que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población y estimulen la generación del empleo.

¹⁹ *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Artículo 110, Diario Oficial del 28 de enero de 1998, modificada D. O. el 7 de enero de 2000.

recuperar o restablecer sus condiciones originales, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.²¹

El funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, y disposición final de residuos sólidos queda sujeto a la autorización de los gobiernos de los Estados o en su caso, de los Municipios, con arreglo a las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría del Medioambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).²²

Por lo que respecta a la Ley Ambiental del Distrito Federal, los artículos relevantes en materia de limpia establecen que corresponde a cada una de las delegaciones de esa jurisdicción promover la participación de la ciudadanía en materia ambiental,²³ por lo que las respectivas autoridades están obligadas a fomentar la protección al ambiente y la salud, estimulando la participación ciudadana en la gestión ambiental y en el uso eficiente de los recursos naturales, y obligando a reparar los daños causados en caso de actividades que afecten el ambiente y la disponibilidad futura de los recursos naturales.²⁴

En los términos establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, este último, los municipios conurbados y otras entidades federativas, participaran en la planeación y ejecución de acciones coordinadas, en materia de protección al ambiente, conservación y restauración del equilibrio ecológico, mejoramiento y desarrollo sustentable, para lo cual pueden suscribir convenios para la integración de una Comisión en la que concurran y participen con apego a sus leyes.²⁵

Los acuerdos y convenios de coordinación y colaboración administrativa que se celebren por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal deben ajustarse a las bases a que se refiere la Ley General de Equilibrio Ecológico, y ser congruentes con las disposiciones de política ambiental del Distrito Federal y las demás que tengan por objeto dar cumplimiento a

²⁰ *Ibidem.*, Artículo 117.

²¹ *Ibidem.*, Artículo 134.

²² *Ibidem.*, Artículo 134.

²³ Artículo 10, fracción III, *Ley Ambiental del Distrito Federal*, 13 de enero de 2000.

²⁴ *Ibidem.*, Artículo 13, fracciones: I, II, III y IV.

²⁵ *Ibidem.*, Artículo 15.

lo dispuesto en la ley mencionada. Las condiciones que se establezcan en dichos pactos deben facilitar el proceso de descentralización de funciones y recursos financieros a las dependencias y entidades de la Administración Pública del Distrito Federal involucradas en las acciones de prevención y control del ambiente.²⁶

Para la formulación y conducción de la política ambiental y para la aplicación de los instrumentos previstos en la Ley, las dependencias y entidades de la administración pública local –así como los particulares–, deben tener en cuenta que la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales del Distrito Federal han de prevalecer sobre cualquier uso y destino que pretenda asignárseles. Con el fin de proteger la salud y elevar el nivel de vida de la población, tanto las autoridades como la sociedad deben asumir en corresponsabilidad la protección del ambiente, así como la conservación, restauración y manejo de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad del aire, del agua, y del suelo del Distrito Federal, por lo que cualquier programa, proyecto o acción que se desarrolle en esta entidad debe garantizar el mantenimiento y conservación de la biodiversidad, así como la continuidad e integridad de los ecosistemas.²⁷

Las autoridades del Distrito Federal deben tomar las medidas necesarias en los términos de su propia Ley Ambiental, para hacer respetar el derecho de los habitantes de esta jurisdicción a disfrutar de un ambiente sano, y todo habitante de esta entidad tiene la potestad de exigir el respeto a ese derecho y el cumplimiento de las obligaciones correlativas por parte de las autoridades del mismo, a través de los mecanismos previstos en los ordenamientos jurídicos relativos.²⁸

Con este propósito el Jefe de Gobierno del DF, y la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal deben impulsar el desarrollo y el fortalecimiento de la cultura ambiental, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la conservación y restauración del ambiente, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales, y para el correcto manejo de los residuos.²⁹ En los términos de la Ley Ambiental del Distrito Federal, todas las personas están obligadas a coadyuvar para establecer las condiciones

²⁶ *Ibidem.*, Artículo 17, fracciones: I, II y III.

²⁷ *Ibidem.*, Artículo 18, fracciones: I, II y VIII.

²⁸ *Ibidem.*, Artículo 20.

²⁹ *Ibidem.*, Artículo 22, fracción V.

que permitan garantizar la subsistencia y regeneración del ambiente y de los elementos naturales.³⁰

En el ámbito de su competencia la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal emite las normas ambientales necesarias para establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, parámetros, y límites permisibles para el desarrollo de cualquier actividad que pudiera afectar la salud, la conservación del medio ambiente, la protección ecológica o provocar daños al ambiente y a los recursos naturales; así como las normas relativas al tratamiento y aprovechamiento de las aguas residuales provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, porcícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad, a las que por el uso del que fueron objeto se les hubieran incorporado contaminantes. También establece los requisitos, condiciones o límites permisibles para la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización o disposición final de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos; así como las condiciones de seguridad, requisitos, y limitaciones en el manejo de ese mismo tipo de residuos que presenten riesgo para el ser humano, para el equilibrio ecológico, o para el ambiente.³¹

En los preceptos más relevantes del Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, se establece que la prestación de ese servicio constituye un servicio público y estará a cargo del Departamento del Distrito Federal (actualmente GDF) a través de las Delegaciones y unidades administrativas centrales, en los términos de la Ley Orgánica del propio Departamento y de su Reglamento Interior.³² Corresponde a dicho gobierno prestar el servicio de limpia; aplicar las normas técnicas ecológicas vigentes para la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos no peligrosos; dar mantenimiento a los contenedores; concertar –en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Social–, la realización de campañas ecológicas con los medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado; diseñar, construir y operar directamente o bajo el régimen de concesión, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento de residuos sólidos y sitios de disposición final; y de considerarlo necesario y conveniente por las exigencias de la ciudad y sus habitantes, concesionar la prestación del servicio público de limpia de acuerdo con las

³⁰ *Ibidem.*, Artículo 23, fracción III.

³¹ *Ibidem.*, Artículo 36, fracciones: II y IV.

disposiciones de la Ley Orgánica del GDF y de lo dispuesto en el primer párrafo del Artículo 10 del mencionado Reglamento.³³

Por conducto de las Delegaciones el Gobierno del DF organiza administrativamente el servicio público de limpia y formula el programa anual del mismo; comprendiendo el barrido de vías públicas y áreas comunes; la recolección de residuos sólidos; y el diseño y operación de los sistemas de almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento y disposición final de dichos residuos.³⁴ La recolección de residuos sólidos debe realizarse por lo menos tres veces a la semana, en los horarios y días que fije la Delegación, que debe informar a la población las fechas y horas fijadas mediante su publicación en mamparas o cartelones colocados en los sitios destinados para la recolección de los residuos, y en dos de los diarios de mayor circulación o a través de cualquier otro medio masivo de comunicación.³⁵

Dicho reglamento prohíbe arrojar residuos sólidos de cualquier especie en la vía pública, áreas comunes, barrancas, y en general en sitios no autorizados; tirar en la vía pública animales muertos, o desechos y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o que despidan olores desagradables; quemar cualquier tipo de residuos sólidos en lugares no autorizados; arrojar o abandonar residuos sólidos de cualquier especie en lotes baldíos; extraer de los botes colectores, depósitos o contenedores instalados en la vía pública los residuos sólidos que contengan; establecer depósitos de residuos sólidos en lugares no autorizados; y todo acto u omisión que contribuya al desaseo de las vías públicas y áreas comunes.³⁶

El Gobierno –a través de la Delegación correspondiente– sanciona a los infractores, que por el cumplimiento de la sanción no queden eximidos de la obligación de corregir las irregularidades que hubieran dado motivo a la sanción.³⁷ Para aplicar ésta el gobierno debe tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se hubiera cometido.³⁸

³² Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, Artículo 2, Diario Oficial de la Federación, 27 de julio de 1989. Con este reglamento se abrogó el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1941.

³³ *Ibidem.*, Artículo 5, fracciones: I, II, III, IV, V y VI.

³⁴ *Ibidem.*, Artículo 11, fracciones: I, II, III, IV, V y VI.

³⁵ *Ibidem.*, Artículo 13, fracciones: I, II, III, IV, V y VI.

³⁶ *Ibidem.*, Artículo 36, fracciones: I, III, IV, V, VI, VII y IX.

³⁷ *Ibidem.*, Artículo 37.

³⁸ *Ibidem.*, Artículo 39.

El incumplimiento a lo preceptuado en dicho Reglamento se sancionará en la forma siguiente: con multa equivalente a un día de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, a quien infrinja lo dispuesto en la fracción I del Artículo 22; con multa equivalente a 3 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 22, fracción II, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 35 y 36 fracciones V, VI y VII; con multa equivalente de 4 a 30 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 18, 24, 29, 31, 32, 33, 34 y 36 fracciones IV y IX de este Reglamento, y con multa equivalente de 30 a 180 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 10, fracción II, 14 y 26 fracción VII de este Reglamento.³⁹

En el caso de reincidencia se aplicará hasta el doble del máximo de la sanción correspondiente. Para los efectos de este Reglamento, se considerará reincidente a aquella persona que habiendo sido sancionada por cometer una infracción, viole nuevamente la misma disposición en el transcurso de un año.⁴⁰

Las condiciones relativas al manejo y disposición a la basura y a los residuos sólidos también son reguladas por las Normas Oficiales Mexicanas. La NOM-AA-22-1985 se refiere a la selección y cuantificación de los sub-productos de los residuos sólidos; la NOM-084-ECOL-1994 establece los requisitos del diseño del relleno sanitario y de la construcción de sus obras complementarias; la NOM-083-ECOL-1996 señala las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos; y la NOM-ECOL-95 establece los estándares –como son las instalaciones de absorción de húmedos y de filtro de bolsa– para la construcción de las plantas de incineración.

Como se puede apreciar con la descripción anterior de la normatividad relativa al manejo y control de los residuos sólidos, conservación de los recursos naturales y medio ambiente, así como la pretensión de reusar y reciclar los desechos sólidos en el DF se cubren todos los aspectos necesarios para un buen funcionamiento de cualquier sistema de gestión sustentable de los componentes de la basura, faltando únicamente se real aplicación

³⁹ *Ibidem.*, Artículo 40, fracciones: I, II, III y IV.

⁴⁰ *Ibidem.*, Artículo 41.

y cumplimiento; esto es que tanto el Estado como la sociedad, los productores y consumidores nos sujetemos al cumplimiento de dicha legislación.

4. Información General del Proyecto.

El tema de los residuos sólidos es la punta de lanza para crear y mantener una conciencia ecológica ciudadana; ya que se trata de un problema real con el que vivimos diariamente como comunidad y del que también formamos parte. Ante este panorama, es necesario reflexionar y plantear diferentes decisiones como gobierno y sociedad para trabajar en nuevos mecanismos que permitan disminuir los residuos, así como aprovechar al máximo el potencial económico de éstos al momento de reciclarlos y confinarlos de una manera segura y sustentable. De igual modo, toda la dimensión cultural que implica la generación de desechos sólidos involucra directamente la participación de gobierno, ciudadanía e instancias reguladoras a través del apoyo y seguimiento a verdaderos programas de educación y legislación ambiental.

Reducir las consecuencias negativas del crecimiento económico, de la industrialización no reglamentada, del crecimiento demográfico desordenado –especialmente en las ciudades–, y de un manejo de residuos sólidos hasta ahora insuficientemente desarrollado, es el objetivo de los proyectos de separación y manejo de residuos sólidos, que cumplen a través de desarrollar una gestión ecológica y un tránsito para dichos desechos por medio del reciclado y de la disposición final no contaminante de basura. Además esos proyectos pueden contribuir a mejorar las condiciones económicas de la población más pobre, dándoles una mejor calidad de vida al proporcionarles un trabajo formalmente establecido.

Con la participación del sector privado –siempre que ello sea conveniente⁴¹–, los proyectos de separación y manejo de residuos sólidos deben dar solución a problemas concretos y prioritarios de manejo de residuos a través del establecimiento de instituciones delegacionales o regionales más eficientes, y la construcción de instalaciones técnicas para el manejo de residuos, adaptando o modificando aquéllas que lo requieran, y teniendo en cuenta los principios de la prevención⁴² y de la cooperación de la política de medio ambiente.

⁴¹ Con sujeción a lo establecido en el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, de julio de 1989, en su Artículo 5.

⁴² Dichos principios se refieren al hecho de anticiparse a la generación de un daño al medio ambiente, a través de la creación de medios o instrumentos de prevención y orientación.

Con la finalidad de facilitar aun más las cosas a la sociedad, en este trabajo se plantea la idea de que sean los recolectores callejeros los agentes responsables de llevar los materiales previamente separados y clasificados a los centros de acopio. Pues se pretende que los propios generadores de residuos sólidos los separen en la misma fuente donde se originan (en sus domicilios) en tres categorías: *orgánicos*, *sanitarios* y *reciclables*. Asimismo, cuando la recolección de los materiales de desecho ya clasificados sea realizada por la iniciativa privada o por el servicio delegacional, deberá efectuarse en vehículos distintos, o en vehículos divididos en compartimentos. Dicho proyecto debería ser apoyado por las autoridades del DF, reconociéndose la importancia de los recolectores callejeros, proporcionándoles apoyo para la clasificación de los materiales reciclables, y construyendo instalaciones –como almacenes y bodegas– que faciliten y mejoren sus condiciones de trabajo.

Este nuevo *modelo de manejo* de residuos tiene como objetivo promover en la Ciudad de México, la instalación de la infraestructura y de los equipos necesarios para proporcionar a sus habitantes un eficiente servicio integral de limpia de los residuos sólidos, logrando con esto la preservación del medio ambiente. Para ello es imprescindible modificar sustancialmente el sistema de limpieza convencional que se realiza en la ciudad, al permitir la participación de la iniciativa privada en las etapas de recolección y transporte, ya que es en éstas donde podrían tener mayor beneficio económico, inclusive en los aspectos técnicos y en su caso crear o modificar la normatividad necesaria para que aquellos que hacen uso de los servicios de limpia, y quienes lo presten, orienten sus acciones a la consecución de un mismo objetivo que sería el eficientar dicho servicio con la ejecución de un programa de rutas para cada día de la semana, según el tipo de residuos a recolectar, así como el tipo de usuario a atender, para lo que es necesario adquirir los equipos adecuados y construir plantas para el almacenaje y el destino final de los materiales reciclables; asimismo, introducir un componente educativo importante con la finalidad de que la población voluntariamente lleve los materiales previamente separados a contenedores de reciclaje o los entregue a los recolectores callejeros.

El programa tendrá éxito en la medida en que la población se involucre en la separación de la basura, por lo que se haría un calendario para no causar molestias a los vecinos. Asimismo se repartirían trípticos e imanes a los vecinos con información sobre la

separación de basura y se impartirían cursos a quienes deseen aprender a identificar sus desechos sólidos para facilitar el trabajo de los recolectores. Dichas actividades deberán ser apoyadas por las autoridades delegacionales y municipales, en coordinación con la DGSU.

El proyecto que se propone está orientado a solucionar integralmente el problema del servicio de limpia, por lo que se considera necesario establecer medidas que incluyan la mejora de la dotación de contenedores, tanto en número como en localización; incrementar la calidad de los servicios de recolección en especial la frecuencia, y promover la correcta participación de los ciudadanos, a través de campañas de sensibilización; aplicar realmente multas a quienes viertan sus desechos fuera de los contenedores o en la calle; informar a la sociedad los logros alcanzados; y promover un marco de coordinación entre la administración local, y uno de concertación entre la autoridad y los grupos interesados.

La implantación de este sistema de manejo de residuos sólidos permitiría reducir en forma considerable su impacto en el medio ambiente; pero para que esto fuera posible, sería necesario el apoyo de toda la población que debería por una parte cambiar sus hábitos de consumo y adquirir sólo lo que realmente necesita, absteniéndose de comprar cosas que realmente no utiliza y que terminan en los rellenos sanitarios convertidas en basura, y por otra, familiarizarse con la clasificación obligatoria de los desechos. Para llegar a gestar cambios significativos a largo plazo en la generación de residuos, es necesario iniciar un programa general de educación⁴³ a través de la publicidad del reciclaje. Para lograrlo el gobierno debería poner en marcha una campaña de concientización y sensibilización dirigida a todos los ciudadanos dando a conocer la importancia que tiene el cuidado del medio ambiente para su bienestar, en la cual se enfatizaría que la colaboración individual a través de la separación y el posterior traslado de los residuos a los contenedores es esencial para el ahorro que se pretende lograr en materia de recursos naturales y económicos.

Dicha campaña debería incluir la edición de folletos explicativos, la elaboración de páginas *web*, la impartición de seminarios, así como el desarrollo de actividades dirigidas a diversos grupos de la población como amas de casa, asociaciones de vecinos, y organizaciones de empresarios. La campaña debería persuadir a todos los habitantes de lo mucho que se consigue con la sencilla acción de depositar en el contenedor los residuos

previamente separados, con la finalidad de que los recolectores sean más eficaces en su actividad. También se incluirían en la campaña cursos especiales diseñados para que la comunidad pudiera adquirir un mayor conocimiento de los materiales que pueden reciclarse para que esos productos sean mas competitivos en el mercado, papel (periódico, cartón), plásticos (polietileno de alta densidad y polietileno teraftalato), metal (aluminio, cobre, fierro), y vidrio, principalmente.

La educación respecto a la *separación en la fuente* sería más fácil en empresas y oficinas que en los hogares aislados, porque los miembros de tales grupos están más habituados a trabajar en conjunto para lograr un beneficio mutuo y a obedecer disposiciones, por lo que en un principio el cumplimiento de los métodos de descarga que se establecieran serían más estrictos en esas organizaciones que entre el publico en general.

Para que los niños puedan entender el porqué del proceso de clasificación, se debe iniciar por dar cursos de capacitación los maestros, para de que éstos puedan reproducir en talleres escolares las actividades prácticas del reducir, reutilizar y reciclar; este aspecto debe complementarse con charlas y jornadas de divulgación a cargo de ambientalistas, biólogos y otros especialistas quienes deberán ser asignados previamente por las autoridades delegacionales. El fin que se perseguiría es que los alumnos tomen conciencia del manejo inadecuado que hasta ahora se hace de los recursos, y que aprendan que puede revertirse esta situación incorporando hábitos tendientes a impedir el agotamiento de los recursos naturales y a mejorar la calidad del medio ambiente; con esto se pretende que los niños lleguen a actuar como vínculo fundamental para llevar este conocimiento, a sus propios hogares.

A. Ocupación de mano de obra.

La diversidad de los materiales que componen la basura, su incremento constante, y su potencialidad para ser reciclados, los convierten en una importante fuente de ingreso para la población marginada que en lugares que van desde las calles y tiraderos clandestinos, hasta las plantas de selección, se dedica a seleccionarla en forma individual o en grupos organizados. En el proceso de recolección, traslado, y selección de los desechos sólidos

⁴³ Para determinar los mecanismos correctivos en los hábitos de la población generadora de basura es necesario conocer previamente los factores que influyen en dichas costumbres, tipos de población urbana o rural, actividad

participan cerca de cien mil personas, que de forma directa o indirecta obtienen de él un ingreso. Esta cifra da una idea clara del potencial de mano de obra experta con el que ya se cuenta para dar un adecuado tratamiento a los desechos.

De implantarse un proyecto del tipo ya descrito, las acciones que la administración gubernamental debería realizar en relación con la actividad de los recolectores callejeros se centraría en primer lugar en proporcionarles el equipo de apoyo necesario para su trabajo, estableciendo centros de almacenaje para los materiales reciclables que se generan en la ciudad, a donde los recolectores podrían llevar los desechos clasificados que recogieran. Esos almacenes deberían contar con cajas para clasificar, balanzas, trituradoras, así como con duchas para el aseo personal de los pepenadores. Estos lugares deberían ser administrados por los interesados en participar en el proyecto –idealmente gobierno e iniciativa privada en colaboración– mediante un control del almacén de productos para el reciclado que comprendiera aspectos operativos para permitir el funcionamiento continuo y permanente de los equipos, así como cursos de capacitación acerca de todo lo que implica la operación detallada de dicho almacén; su control administrativo para facilitar la eficiencia operativa mediante el uso de estadísticas de rendimiento, de ingresos, y de egresos de desechos. También deberían impartirse cursos de capacitación a los recolectores, con el fin de que este grupo social, hasta ahora marginado, tuviera un mayor nivel económico y social.

Para que el trabajo con los pepenadores pueda consolidarse, previamente hay que cambiar la imagen pública de éstos a través de desarrollar una campaña de publicidad contundente en la que se muestre la importancia del trabajo de ese personal de limpia para sanear la ciudad y mejorar el medio ambiente, así como la dimensión social del proyecto y los beneficios que aportaría. Asimismo debe convencerse a los pepenadores de que la nueva forma de trabajar no sería en mengua de su economía, sino que ésta sería mejorada, pues tendrían prestaciones sociales y mejoras en sus condiciones de trabajo, y sitios para almacenar sus materiales reciclables clasificados para su posterior venta, lo que les daría la posibilidad de dormir bajo techo a aquellos que pernoctan en las calles.

B. Etapas de la recolección de los residuos sólidos.

económica, nivel de escolaridad, y hábitos de consumo; e incluso el clima y la estación del año.

Como ya se mencionó anteriormente, el servicio de limpia esta formado por varias etapas: barrido, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, disposición final, y adicionalmente el reciclado, dichas etapas se describen brevemente a continuación ya que son parte importante del proyecto que se propone como solución al problema de la generación e incremento de la basura en el Distrito Federal.

a) Barrido.- Es recomendable que para realizar un barrido adecuado se establezca un horario, la frecuencia y el equipo con que se realizan estas tareas, considerando: el tipo de zona, ya sea habitacional, comercial, industrial, de oficinas, parques y jardines; el tipo de calles y avenidas: asfalto, adoquín, empedrado o terracería. También hay que considerar el alumbrado público existente; las estaciones del año; fechas conmemorativas y eventos públicos que originan que las cantidades de basura se incrementen.

Para facilitar la limpieza es conveniente que los responsables de la unidad de limpia coloquen cestos o depósitos en los lugares públicos, para que la ciudadanía colabore y de esta manera disminuya la cantidad de residuos sólidos por barrer. El carácter de estos depósitos deberá estar de acuerdo con la cantidad de residuos sólidos que vayan a recibir y la capacidad económica para adquirirlos. Un aspecto importante de esta etapa es que con el barrido manual se incrementa el empleo de la mano de obra.

b) Almacenamiento.- El almacenamiento es una fase previa a la recolección de residuos sólidos, que consiste en las operaciones que se realizan desde el lugar donde se produce, hasta que son recolectados por el servicio municipal o la empresa responsable de su destino final.

En las acciones de almacenamiento no interviene la administración delegacional, sino que son los propios productores de los residuos quienes realizan tales operaciones; sin embargo, el gobierno puede intervenir orientando a la población mediante la publicación de normas y reglamentos, que regulen la forma en que los residuos se almacenen y se entreguen al servicio de recolección para su eliminación o aprovechamiento posteriores.

c) Recolección: Esta fase consiste en recoger los residuos procedentes de casas habitación, comercios, almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, clínicas, sanatorios, hospitales, laboratorios, industrias, fabricas, parques, jardines públicos, y de cualquier otro

tipo de centros que generen basura o escombros que por su naturaleza, deban ser removidos por el servicio de limpia. El servicio de recolección es una etapa muy importante del sistema integral de limpia ya que absorbe gran parte de los costos totales, porque implica la utilización de vehículos, por lo que una buena planeación de la frecuencia en la recolección, y en la programación de las rutas de este servicio puede representar un ahorro en los costos de operación, y la liberación de recursos para servir a otras zonas.

Debido a la composición orgánica de los residuos en las zonas habitacionales la frecuencia de la recolección recomendable, es de tres veces por semana, y diaria en los mercados y centros comerciales, por lo que para alcanzar un máximo de eficiencia las rutas deben diseñarse a modo de que se obtengan los mejores beneficios de los tiempos de recorrido de cada vehículo asignado a las diferentes zonas de la ciudad.

La determinación de un horario para el servicio de recolección y transporte es de acuerdo a las características de la población, tipo de infraestructura y la densidad del tráfico vehicular. El horario más recomendable es el que se inicia en las primeras horas de la mañana. Asimismo, la recolección de residuos se puede realizar por varios métodos, los más sencillos son: de parada fija, de acera, intradomiciliaria y por contenedores; mismos que ya se describieron anteriormente en el capítulo uno.

d) Transporte.- De los residuos se puede llevar a cabo de dos formas: directo o mediante transferencias. El transporte directo consiste en trasladar los residuos recolectados a los lugares de tratamiento o disposición final.

La distancia de recorrido del transporte influye directamente en el costo de operación del servicio, por ello se recomienda que la distancia máxima para que los camiones de recolección descarguen directamente en las plantas de tratamiento o sitios de disposición final, podrá ser de 15 kilómetros aproximadamente, sin embargo, la distancia se rebasa fácilmente debido a la falta de estaciones de transferencia.

e) Transferencia y disposición final, así como el transporte: son los pasos más importante de los que integran el servicio de limpia, ya que el traslado de los residuos hasta las plantas de selección y aprovechamiento, o al sitio de disposición final donde van a depositarse los que no sean utilizados, requiere del empleo de trailers y maquinaria pesada

especial, que son muy costosos. El método más utilizado para la disposición final de residuos sólidos es el relleno sanitario,⁴⁴ el cual es considerado, según la Norma Oficial Mexicana en la materia, el más conveniente para ser empleado en el país.

f) Reciclaje: es el proceso que reintegra al ciclo de producción los materiales desechados en la basura, que pueden ser empleados como insumos en la elaboración de otros productos que pueden o no ser similares al original, creando un bien de mayor valor, con el consiguiente ahorro de recursos naturales y económicos.

Dentro de esta etapa el acopio es uno de los pasos básicos hacia el reciclaje de los materiales e implica un elevado grado de responsabilidad y conocimiento. En México el acopio representa una gran dificultad ya que depende de la cultura ecológica de la población, y de un real compromiso por evitar que los residuos sólidos reutilizables lleguen a los tiraderos.

En lo que se refiere a los residuos urbanos son las casas habitación, las fuentes generadoras de la mayor parte de ellos. Al respecto se estima que el 60.0% de los residuos son generados por los domicilios, el 25.0% por comercios, y el resto por servicios, áreas públicas y otros.

Una investigación de campo,⁴⁵ descubre que sólo el 40% de los entrevistados aparta los residuos (principalmente latas, botellas, cartón y periódico), y entrega por separado a los recolectores los desperdicios de la cocina –que pueden ser utilizados para elaborar composta– a modo de evitar la emanación de olores; el 60% que no separa los desechos expuso que no lo hace porque no existe *motivo ni obligación* de proceder de esa manera, argumentando que para eso están los recolectores, y además que no tienen tiempo para separar la basura. Es obvio que las personas que así responden no perciben la conveniencia ni la necesidad de separar los residuos, y suponen que la descarga mezclada es algo sin importancia. El 96% de los entrevistados⁴⁶ en la muestra seleccionada dijo que apoyaría la practica del reciclaje por que reconoce la importancia de reutilizar los desechos para ahorrar

⁴⁴ NOM-083-ECOL-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 22 de junio de 1994.

⁴⁵ Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *op. cit.*

⁴⁶ Este porcentaje (96%) está integrado por el 40% que si separa los desechos y la mayor parte del 60% que no separa los desechos.

recursos, y explicó que lo haría siempre y cuando existiera un programa bien definido por parte de las autoridades.

g) Disposición final: se considera como el momento en que los desechos sólidos son depositados en un lugar específico y seguro a efecto de concentrarlos o aislarlos para su posterior degradación.

5. Propuesta del modelo de gestión.

La riqueza de la naturaleza y el trabajo humano son las dos fuentes indiscutibles de riqueza de una nación. El agotamiento de los ecosistemas implica fuertes restricciones para el desarrollo de los seres humanos y para el crecimiento de la economía, por lo que el balance y equilibrio entre ambas variables es crucial para el buen mantenimiento de la calidad de vida. Esto implica que no puede ni debe anteponerse o contraponerse a la racionalidad ecológica la racionalidad económica. Ésta obedece a una estrategia de rendimiento, productividad y beneficios inmediatos, mientras que aquella defiende la capacidad de recuperación de los ecosistemas para asegurar su permanencia en el futuro.⁴⁷

Con la finalidad de evitar el agotamiento de las fuentes de riqueza antes mencionadas, la propuesta que se plantea en este trabajo es la de crear un proyecto para el manejo de los residuos sólidos domésticos y residuos sólidos urbanos, el cual incluya componentes tales como: reducir, reutilizar y reciclar; y/o reestructurar los programas de limpia que se prestan en el DF con la finalidad de mejorar el aseo urbano de esta entidad. Dentro del cual la participación de los generadores (ciudadanía, empresarios y gobierno) de los residuos será un elemento fundamental, por lo que el programa estaría soportado por un amplio esfuerzo de educación ambiental y de comunicación social.

Para tener resultados positivos, los proyectos del manejo de residuos requieren reformas institucionales y organizacionales, así como cambios en el comportamiento de los grupos implicados. Para mejorar el grado de aceptación y la efectividad de cualquier proyecto, debe contarse en todas las fases, desde la planificación hasta su implantación, con la participación y colaboración activa de los grupos de usuarios del servicio de limpia.

⁴⁷ García Páez Benjamín, *op. cit.*, p. 18.

Entre los objetivos de este proyecto está el de lograr que la prestación del servicio de recolección de desechos genere los recursos necesarios para su propio financiamiento, de este modo la captación selectiva y el reciclado de los residuos no supondrían ningún costo adicional para el gobierno, ya que las empresas interesadas en participar en este nuevo modo de gestión financiarían tanto la instalación de contenedores en diversos puntos estratégicos de las colonias en las cuales se prestara este servicio especializado, su mantenimiento y limpieza, como la recolección de los desechos y su traslado hasta las plantas de almacenaje o tratamiento,⁴⁸ con lo cual el GDF liberaría recursos, mismos que podría destinar a otras actividades prioritarias como salud, educación o seguridad pública, donde aportan un mayor beneficio social.

Los gobiernos delegacionales tienen la obligación⁴⁹ de prestar el servicio de limpia, lo que hace necesario pensar en un proyecto de captación y eliminación⁵⁰ de los residuos que cumpla con lo establecido en los ordenamientos correspondientes; pero en los casos permitidos por la ley, es posible concesionar a particulares obras y servicios públicos si queda asegurado el interés de la población.⁵¹ Los sistemas alternativos que se describen a continuación integran las diferentes opciones de gestión y operación con las diversas posibilidades que la Ciudad de México puede ofrecer para la configuración de un sistema integral de limpia, que incluye el transporte de los residuos a las estaciones de compostaje, o incineración –si estas llegaran a construirse–, a los lugares de vertido actualmente en funcionamiento, o a las estaciones de tratamiento que en el futuro se construyan, respecto al

⁴⁸ Las actividades de selección de subproductos, sólo se realizarán en los sitios de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y podrán hacerlo las personas, empresas u organizaciones que para tal efecto sean autorizadas por el Departamento del DF que además supervisará las actividades de selección en dichos lugares. *Ibidem.*, Artículo 17.

Cuando por razones de orden económico y de interés general los residuos sólidos puedan ser aprovechados industrialmente, el aprovechamiento quedará sujeto a las disposiciones legales vigentes previo el otorgamiento de la concesión respectiva, la cual autorizará construcciones, procesos y procedimientos que no afecten el ambiente ni la salud pública. *Ibidem.*, Artículo 18.

⁴⁹ *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, artículo 115, fracción III, inciso c), y *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, artículo 6, fracción XIII.

⁵⁰ Entendiendo por captación todas las actividades que se realicen para recoger los residuos sólidos de los lugares donde se acumulan; y por eliminación, la disposición final de dichos residuos.

⁵¹ *Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal*, Artículo 26. Las Adquisiciones, Arrendamientos y prestación de Servicios, se llevarán a cabo, por regla general, a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten propuestas solventes en sobre cerrado, que serán abiertos públicamente, a fin de asegurar al Gobierno del Distrito Federal las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de conformidad con lo establecido en la presente ley.

cual el gobierno retendría el control técnico del proyecto y de las instalaciones, la obligación de fomentar el reciclaje, la responsabilidad del programa de educación pública, y el control de todo el sistema de disposición de residuos sólidos urbanos.

Es necesario que el Estado promueva una administración adecuada de los residuos, a través de cumplir sus principales fases o etapas que son: manejo, tratamiento y disposición final. La participación del gobierno en este proceso puede realizarse de manera “**directa**” consistiendo esta, en la responsabilidad que asume el gobierno del área que tiene a su cargo la prestación de los servicios públicos locales, específicamente el de limpia, con el fin de lograr un aprovechamiento y destino adecuado de los residuos sólidos; en este proceso se hace de manera complementaria el barrido y limpieza de las áreas públicas de la demarcación. De manera “**indirecta**”, en este caso, la administración de los residuos sólidos no se realiza por parte del gobierno, sino por otras entidades que actúan de manera independiente, pero complementaria al servicio de limpia; estas empresas pueden tener las siguientes modalidades:

a) Paramunicipal. En cuanto a la empresa paramunicipal, el gobierno delega la facultad de administración de los residuos sólidos en esa entidad, aportando recursos y vigilando su organización, operación y funcionamiento.

b) Intermunicipal. La empresa intermunicipal se crea previo acuerdo de los gobiernos interesados, con autorización expresa del Congreso local, su operación y funcionamiento se deberá determinar de común acuerdo entre las administraciones participantes.

El diseño final del proyecto de reciclaje establece patrones de operación para medir el desempeño, tales como volúmenes de toneladas producidas, modelos de acopio selectivo de los materiales encontrados en los residuos, costo de operación, características del equipo, requisitos que debe cubrir el personal, configuración de los esquemas de tráfico, eficiencia del mantenimiento, programa de apoyo técnico, programas de apoyo educativo en materia ambiental para despertar la conciencia de los niños y de la comunidad respecto a los beneficios ambientales de los programas de recuperación y reciclaje, y programas de capacitación continua para el personal. Asimismo el diseño del proyecto debe incluir un

Artículo 27. Las dependencias, órganos desconcentrados y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios, mediante los procedimientos que a continuación se

padrón de usuarios, un anteproyecto de reformas y adiciones al reglamento de limpia, un programa de reorganización administrativa, un sistema de información gerencial y comercial considerando en ambos casos la capacitación respectiva y la adquisición de los equipos de cómputo necesarios para su implantación y operación, y un plan para promover el fortalecimiento institucional del departamento de limpia para garantizar la buena administración y operación del servicio.

El financiamiento de este programa incluye recursos tanto públicos como privados. En el caso del sector privado, se trata de las inversiones necesarias en la reconversión industrial y de servicios, en las nuevas tecnologías y en transporte. En lo que respecta al sector público, el financiamiento proviene de presupuestos ambientales propiamente dichos, tanto del Gobierno del Distrito Federal como del Estado de México y de la Secretaría de Medio Ambiente.

La intervención del sector privado en este programa de reciclaje puede ir desde la recolección de basura y la limpieza de las calles, hasta la construcción y operación de las estaciones de carga y descarga de desechos, de las plantas de reciclaje, y de los rellenos sanitarios, ya que si consideramos que en la Ciudad de México se generan en promedio 12,000 toneladas diarias de basura, de las cuales cerca del 35% se reincorporan a la producción de nuevos bienes, bajo un sistema irregular y no planificado de clasificación de los residuos sólidos, lo que a su vez logra que dichos materiales de desecho reduzcan hasta en un 40% los costos de producción; esto se muestra como un negocio muy rentable para el sector privado; con lo cual se conseguirá un mejoramiento en la gestión del reciclado y el saneamiento de las finanzas públicas. La gestión del servicio puede hacerse por contratación o por concesión, sistemas que se detallan a continuación:

A. Contratación del servicio.

Una forma de limitar el comportamiento de la burocracia en la administración gubernamental, es contratar mediante un proceso de licitación⁵² empresas privadas para que

señalan: licitación pública; por invitación restringida a cuando menos tres proveedores; y adjudicación directa.

⁵² Artículo 1 de la *Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal*, es de orden público e interés general y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, gasto, ejecución, conservación, mantenimiento y control de las adquisiciones, arrendamientos de bienes muebles y prestación de servicios de cualquier naturaleza que adquieran el Gobierno del Distrito Federal, sus dependencias, órganos desconcentrados y entidades.

realicen los servicios de recolección, transporte, y limpieza pública, y a las cuales el gobierno les pagaría en intervalos regulares según los criterios establecidos al momento de la contratación del servicio.

En este caso el gobierno contrataría a una empresa privada para que se encargara de prestar el servicio de limpia, definiendo en el contrato los servicios y las obligaciones de ambos participantes, la empresa contratada haría uso de los bienes pertenecientes al gobierno, y o bien pagaría por hacerlo, o el gobierno le descontaría ese valor del monto adeudado por la prestación del servicio. Este sistema de prestación del servicio de limpia implica mayor contacto entre el sector público y el privado, menos probabilidades de fracaso, abre la posibilidad de emprender iniciativas económicas y ambientales compartiendo responsabilidades, y permite el trabajo conjunto con consultores de las industrias de residuos, lo que asegura la actualización permanente en cuanto a ventajas técnicas y promoción, y tendría la ventaja de que el gobierno de la ciudad ejercería mayor control sobre el sistema de reciclaje.

B. Concesión del servicio.

En este modelo una empresa específica –la concesionaria– se limita a un área determinada, se responsabiliza por el tratamiento de los residuos, y cobra directamente el servicio a los generadores de basura. En este caso la empresa privada tiene más responsabilidad y depende menos del capital público, y en consecuencia está menos sujeta a interferencias políticas. Como todas las inversiones son cubiertas por los empresarios encargados de comercializar los residuos, los productos recolectados son de su propiedad. Por lo que toca al gobierno, éste se limita a definir el área de actuación, el período de concesión, y la evaluación de la calidad de los servicios, para lo cual debe contar con la estructura técnica y administrativa requerida para controlar y monitorear el servicio prestado.

No estarán dentro del ámbito de aplicación de esta ley, los contratos que celebren entre sí las dependencias, órganos desconcentrados y entidades. Tampoco estarán dentro del ámbito de aplicación de esta ley, los contratos que celebren las dependencias y las entidades del Distrito Federal con las dependencias, órganos desconcentrados y entidades de la administración pública federal.

La Asamblea Legislativa del Distrito Federal, el Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal y demás órganos con personalidad jurídica propia, que manejan de forma autónoma el presupuesto que les es designado a través del Decreto de Presupuesto de Egresos para el Distrito Federal, bajo su estricta responsabilidad, emitirán de conformidad con la presente Ley, las políticas, bases y lineamientos que en la materia les competan.

Las empresas concesionadas se formalizan mediante un contrato, en virtud del cual las delegaciones transfieren la responsabilidad a particulares de la administración de los residuos en la demarcación, vigilando su funcionamiento y procurando la buena prestación del servicio de limpia.

La importancia que tienen estas empresas es la posibilidad de aprovechar los productos contenidos en los residuos, como son el cartón, vidrio, fierro y materia orgánica principalmente, destinándolos a la industrialización y comercialización posteriores. Por otra parte, se eleva también el nivel de vida de los pepenadores a través de la organización de cooperativas, proporcionándoles ciertas prestaciones, principalmente de salud.

El establecimiento de tarifas por el servicio de limpia es una alternativa viable para hacer de este tipo de empresas unas entidades autosuficientes económicamente. Estas tarifas estarán determinadas en función de los costos de administración y operación del sistema y serán establecidas después del mejoramiento del servicio. Asegurándose así la prestación suficiente y oportuna del servicio público de limpia y sin duda, esta modalidad podría representar una fuente de recursos adicionales para el gobierno.

Independientemente del modelo de gestión que se implantara en el DF y el área metropolitana, deberían contemplarse tanto las características del proyecto, como los estímulos técnicos y económicos para el desarrollo de los sistemas de tratamiento de basura, que podrían ser incentivos fiscales y asistencia financiera; desarrollo empresarial y asistencia técnica; compras gubernamentales de productos reciclados; promoción de las acciones y metas programadas; motivación a los consumidores; y legislación y reglamentación.

6. Argumentos generales sobre el manejo de residuos.

El manejo adecuado de residuos es importante porque permite al gobierno lograr los siguientes beneficios: *Políticos*, ya que el sistema de recolección permite un contacto directo con la población y de la eficiencia de este servicio depende una mejor imagen de las

Las dependencias, órganos desconcentrados y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos de cualquier tipo, cuya finalidad sea evadir lo previsto en esta Ley o delegar las

autoridades locales; *Económicos*, al planear la prestación del servicio se abaten costos, se optimiza el uso de los recursos y equipos existentes, además de los ingresos que se obtienen por el reciclaje de los subproductos; *Sociales*, se logra organizar y controlar a los pepenadores de basura; *Ambientales*, al controlar los tiraderos se evita la contaminación ambiental y a mediano plazo se obtienen nuevas áreas verdes y de recreación.⁵³

A. Métodos para el tratamiento de los Residuos Sólidos.

Es importante señalar que antes de someter los residuos sólidos a algún método de tratamiento es conveniente considerar su composición y calidad, para proceder a la separación de los materiales que puedan tener valor económico, como son: cartón, vidrio, papel, trapo, lata, fierro, madera, huesos y materia orgánica, entre otros.

a) Incineración.- Es una técnica de tratamiento que consiste en eliminar la mayor parte del volumen de los residuos mediante su combustión o quemado y a través del cual se facilita su transformación en gases, cenizas y escoria, con el fin de reducir su volumen.

La eliminación de residuos a través de la incineración requiere el establecimiento de una planta adecuada a la cantidad producida. Su costo es demasiado elevado, por lo que sólo se recomienda para gobiernos con recursos suficientes y para algunos tipos de residuos como son los hospitalarios.

Las plantas de incineración bien planeadas representan una buena solución para eliminar la basura de una comunidad, ya que las bacterias e insectos se destruyen en forma rápida, así como las materias combustibles contenidas en ellos.

Las fases que cubre una planta incineradora son: quemado y extracción de cenizas y escorias, así como depuración de los gases de combustión.

Son ventajas de la incineración: la reducción del volumen de los residuos y el poco espacio que requieren para su disposición final. Entre las desventajas destacan la contaminación del aire, altos costos de operación, necesita personal especializado y a veces

funciones establecidas a su cargo en la misma.

⁵³ http://www.inafed.gob.mx/guias_tecnicas/guia12.htm

se destruyen productos que pueden comercializarse. En nuestro país sólo se recomienda este método para los residuos hospitalarios.

b) Composta.- La composta tiene, por un lado, el carácter de abono, ya que es un producto que contiene diversos elementos fertilizantes como nitrógeno, fósforo y potasio que, aunque sus porcentajes son bajos, existen en una proporción equilibrada; por otro lado, representa un buen elemento regenerador y mejorador de suelos.

Entre las ventajas de este método de tratamiento se puede señalar su concepción ecológica, ya que una parte de los residuos es devuelta al medio ambiente en forma compatible con éste, además de aportar componentes regeneradores del suelo.

c) Pirólisis.- Se denomina así a la descomposición de los elementos orgánicos contenidos en los residuos sólidos, realizada a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno. Durante el proceso de descomposición la materia orgánica se convierte en gases, líquidos y demás residuos que representan la mitad del volumen inicial.

Cabe mencionar que la pirólisis es uno de los métodos más prometedores para el tratamiento de residuos sólidos, debido a la recuperación de los subproductos que es posible obtener de ellos.

d) Reciclaje.- Es importante mencionar que toda iniciativa encaminada al reciclado o recuperación de ciertos productos permitirá el ahorro y un cambio de mentalidad de la ciudadanía, para que evite el despilfarro de muchos productos que encierran en sí un valor considerable.

e) Relleno sanitario.- El relleno sanitario se desarrolla en un área determinada para depositar los residuos en forma higiénica y económica, procurando la recuperación de áreas inundables, la construcción de áreas dedicadas a la recreación, la producción económica y la utilización de aquellas que están inactivas.

B. Aspectos Sociales.

El motivo para plantear la creación de un nuevo servicio de limpia o la modificación del vigente, es que el gobierno cumpla mejor con su obligación de prestar dicho servicio, ya sea de manera directa o indirecta estableciendo por una parte una mas eficiente administración y un mejor esquema de organización, y por la otra regulando la forma en que los ciudadanos deben participar en el proceso, a modo de que su actitud contribuya a la simplificación en la prestación del servicio con la finalidad de que los recursos económicos que el gobierno destina al manejo de la basura disminuyan y puedan reorientarse a otros ámbitos de gran importancia social.

Los impactos socioeconómicos más sobresalientes del proyecto son:

- Promover e impulsar dentro de la sociedad en general, la cultura de las *tres erres*: *reducir, reutilizar, y reciclar*, ya descritas anteriormente en este trabajo, para erradicar sus efectos negativos sobre el ambiente, eliminando la acumulación de basura como fuente generadora de infecciones y fauna nociva;
- Disminuir el progresivo deterioro ambiental al tomar medidas para mitigar los impactos de la actividad del hombre sobre la naturaleza, y al restaurar el ambiente en las áreas afectadas por fuentes de contaminación;
- Establecer un sistema integral de limpia eficiente que reduzca los depósitos clandestinos de basura y mejore la imagen urbana al eliminar los desechos de las vías públicas a través de una recolección de residuos más constante;
- Reducir las molestias de la población que tiene que almacenar su basura por varios días;
- Hacer una disposición final de los residuos sólidos más controlada, reduciendo con ello cualquier riesgo de contaminación;
- Ahorrar divisas a través de la sustitución de importaciones de bienes elaborados con materiales reciclados, y generar recursos a través de la exportación de materiales recuperados;
- Cumplir los compromisos adquiridos conforme al Tratado de Libre Comercio y los acuerdos paralelos al reducir el impacto ecológico que causan los procesos industriales al medio ambiente.

C. Beneficios del proyecto.

Aplicar un plan para la utilización productiva de la basura con el objeto de recuperar los productos que sea factible reciclar, proporcionaría una serie de beneficios de índole

económicos, técnicos, y ecológicos, generaría recursos y trabajo a los particulares interesados en emprender esta labor, y redundaría en un ahorro de recursos presupuestales beneficiando a la sociedad en general.

a) Beneficios Económicos.

De aplicarse el proyecto se recuperaría una mayor cantidad de productos reciclables de la que se recupera (cerca del 35 %) a finales del siglo XX, disminuiría el volumen de los que se entierran como basura en los rellenos sanitarios, y se acabaría con las *mafias* que existen alrededor de la basura. Al aumentar los empleos relacionados con la transformación final de los desechos se obtendrían mejores márgenes de utilidad para las empresas del reciclaje (como las registradas en el INARE), y se potenciaría el crecimiento económico al fomentar *el efecto multiplicador*⁵⁴ en la economía. Por otra parte al dejar de pertenecer la recolección de basura a la economía informal, se evitaría la enorme evasión de impuestos de quienes se dedican al negocio del reciclaje sin contar con un registro formal.

b) Beneficios Sociales.

La utilización productiva de los residuos sólidos crearía empleos mejor remunerados para los trabajadores de la basura, también se podrían mejorar sus condiciones de trabajo,

⁵⁴ El efecto multiplicador se utiliza para medir la proporción en que aumenta la renta nacional a partir de un incremento del gasto público y/o del gasto de inversión privado. Si, por ejemplo, un aumento de 100 unidades monetarias en el gasto público o en la inversión privada (o una combinación de incrementos, por ese monto total, en ambas variables) origina una elevación de 300 unidades monetarias en el ingreso nacional, esto significa que el multiplicador es igual a tres. La razón de este efecto multiplicador está en que los aumentos en el gasto público y/o en la inversión privada originan incrementos en la demanda agregada que, a su vez, inducen aumentos en la producción y en la inversión que se reflejan en nuevos incrementos, aunque menores que los iniciales, en la demanda agregada, en la producción y en la inversión, repitiéndose este efecto en varios ciclos. El proceso, al ser decrecientes los sucesivos aumentos de demanda, producción e inversión, es finito y tiende a convergir en un número determinado. En todo caso el multiplicador es un número igual o mayor a la unidad.

El concepto fue introducido originalmente por R. F. Kahn en 1931, y desarrollado y utilizado ampliamente después por John M. Keynes. Kahn encontró que los incrementos en la inversión producen un aumento en el empleo en el sector de bienes de capital, lo cual produce a su vez un incremento ampliado en el empleo total. A este efecto se le ha llamado, por lo tanto, multiplicador de Kahn, y se le considera un caso particular del concepto de multiplicador.

Otros casos en los que se emplea el efecto multiplicador son la inversión, caso en que mide específicamente la proporción en que aumenta el ingreso nacional por efecto de un aumento en la inversión, y el multiplicador de Haavelmo, que mide los efectos de un incremento del gasto público en el ingreso nacional. Haavelmo determinó que el ingreso nacional crece en la misma proporción que el gasto público cuando éste se financia totalmente con un aumento en la recaudación de impuestos, siendo el multiplicador, en este caso, igual a la unidad.

El concepto de multiplicador se ha generalizado a otras variables de la economía y las finanzas entre las que existe, o se supone que existe, una relación ampliada de causa a efecto. Carlos Sabino, *op. cit.*

así como proporcionarles los beneficios de la seguridad social para ellos y sus familias, se beneficiaría a los pepenadores que quisieran integrarse a las empresas participantes, elevando así su calidad de vida. Además se mejoraría la situación económica de las más de 25,000 familias de pepenadores y empresarios que de manera directa, están involucradas en los procesos de separación y reciclaje de la basura, y de las más de 72,000 familias, que lo están de manera indirecta.⁵⁵

c) Beneficios Ecológicos.

Mientras mayor sea la porción de materiales incorporados en la basura que se recuperen de ésta (a finales de la década de 1990 era del 35% aproximadamente), más se reducen las fuentes de contaminación producidas por la combinación y reacción de sustancias contenidas en los desechos; y al ser menor el volumen de desperdicios, se facilitaría su manejo y disposición. Por otra parte la reutilización de los desechos mejoraría la preservación de los recursos naturales, porque se emplearían menos materias primas de primera mano, lo que implica un importante ahorro en recursos naturales escasos y en recursos no renovables.

⁵⁵ Estos datos estadísticos fueron tomados de diferentes notas periodísticas del siglo pasado de: El Financiero, La Jornada, Reforma.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

“El hombre se hace viejo muy pronto y sabio demasiado tarde, justamente cuando ya no hay tiempo”.

El DF es un área geográfica que ha llegado a tal grado de saturación poblacional, que está por sobrepasar la capacidad de atención y prestación de servicios del gobierno. Aunado a esto, la población que vive en los municipios conurbados y que desarrolla sus principales actividades en esta entidad, está contribuyendo a la ya insostenible generación de basura más de 12,000 toneladas producidas diariamente por lo cual los equipos que sirven para desahogar esa inmensa cantidad de desperdicios resultan insuficientes e ineficientes; este es uno de los factores que determinan que año con año se incremente el gasto del gobierno en este rubro, con el consiguiente deterioro de las finanzas públicas para atender otras áreas.

Las diferentes dependencias del Gobierno del Distrito Federal que hasta ahora llevan a cabo programas y acciones en materia de residuos sólidos, mientras no desarrollen y ejecuten nuevos planes y programas de carácter integral, los recursos económicos invertidos en estas acciones se seguirán subutilizando, pues no se ha conseguido una solución real a dicho problema en el corto plazo, ni se vislumbran posibles soluciones a mediano y mucho menos a largo plazo; no solo se debe tirar la basura, lo principal es no generarla.

El servicio integral de limpia que presta el GDF a la comunidad es insuficiente, pues el incremento en la generación de basura sobrepasa las posibilidades de incrementar la prestación de dicho servicio; de ahí la necesidad de que el gobierno aplique programas para disminuir la generación de residuos, además de compartir la actividad de la recolección de desechos con industriales interesados en esta actividad. Esto ayudaría a disminuir el gasto público en este renglón y permitiría la captación de recursos con el fortalecimiento de la actividad del reciclaje.

Lo anterior implica crear y fortalecer la legislación ambiental con medidas jurídicas y económicas efectivas que actúen en la producción y consumo de embalajes y productos

desechables, para comprometer a los generadores de basura (empresarios y ciudadanía) a participar en la disminución y manejo de los residuos.

Debido a que el manejo de los residuos sólidos representan un gasto para el GDF, y como dicha actividad puede generar los recursos necesarios para autofinanciarse, se propone que se permita la participación directa de la iniciativa privada; asimismo, se plantean algunos esquemas de manejo de los residuos sólidos con la finalidad de que al participar empresarios, se liberen recursos públicos para que el GDF los emplee en otras actividades de carácter prioritario, como: salud, educación, seguridad y ecología.

El ciclo para el manejo de los desechos sólidos incluye varias etapas estrechamente vinculadas: desde la producción misma de los artículos de consumo, hasta llegar a la recolección, tratamiento y disposición final; por tanto, cualquier esfuerzo que se realice en alguna de esas etapas tendrá un efecto directo positivo en las demás. Dichos esfuerzos deberán estar apoyados con una reestructuración de la legislación correspondiente.

Siendo que la población es la principal generadora de la basura, se debe poner especial atención al incremento de la misma, así como a la población flotante que se desplaza de otras demarcaciones, al DF para realizar sus actividades socioeconómicas diarias, ya que el mayor consumo de bienes y servicios equivale a más desechos de todo tipo.

Hasta ahora los desechos sólidos se confinan en depósitos fuera de los asentamientos urbanos, pero al paso del tiempo y con el crecimiento de la población han ido quedando dentro de las ciudades, convirtiéndose en un problema, por la emanación de malos olores, la proliferación de fauna nociva, y por la filtración de lixiviados a los mantos freáticos; de ahí que se deben encontrar alternativas a los tiraderos a cielo abierto y a la saturación de los rellenos sanitarios. Precisamente por ello en este trabajo se plantean algunas opciones para enfrentar dicho problema.

El procesamiento de los residuos sólidos generados en el DF, y principalmente los domésticos, se inicia desde el momento en que tales residuos son entregados al recolector o cuando son retirados de los puntos donde han sido depositados clandestinamente. Estos residuos desde su punto de generación y hasta llegar al relleno sanitario donde finalmente

son confinados, pasan por diversas etapas donde son seleccionados. Primero, los de mayor valor y volumen; ya en las plantas de selección nuevamente se revisan, separan y clasifican los desechos que más valor representan en el mercado de productos a reciclar y el resto son finalmente abandonados en los rellenos sanitarios.

Desde el siglo XVI en la Ciudad de México se ha tratado de hacer frente al problema de la basura; pero los recursos y esfuerzos hasta ahora invertidos no han sido suficientes, pues dicho problema debe enfrentarse desde su raíz, esto es: los generadores de basura. La única manera de disminuirla y controlarla es, como en la época prehispánica, habituando a la población a “poner la basura en su lugar”, además de separarla y clasificarla.

A mediados del siglo XX, algunos grupos sociales tomaron conciencia del agotamiento que tendrían los recursos que son tomados de la naturaleza, así como de la degradación que causa la acumulación de basura; por eso a partir de entonces, en las diferentes comunidades, se ha pretendido crear una conciencia del reciclado y de la pérdida de materiales, al confinar basura que podría ser aprovechada por la industria. De ahí la necesidad de crear los mecanismos y la cultura necesarias para fomentar el reciclaje de los residuos.

La formación ambiental y ecológica que se da a los niños en los niveles de educación básica (primaria y secundaria) es y será determinante para corregir y cambiar los malos hábitos en lo que se refiere al tratamiento de los residuos sólidos y la protección al medio ambiente esto se hará realidad cuando se apliquen programas adecuados y de largo plazo en esos niveles de educación.

La puesta en práctica del programa piloto de separación de basura ha demostrado que se puede tener éxito en cuanto a la disminución de los desechos que llegan a los rellenos sanitarios y el incremento en los materiales que pueden llegar a ser reciclados, pero esto podrá generalizarse entre la población sólo cuando ésta tome conciencia del beneficio que se puede obtener con su cooperación, sin necesidad de medidas coercitivas.

El manejo de los desechos sólidos conforma un ciclo en donde se encuentran estrechamente vinculadas las diversas etapas que a partir de la misma producción de los artículos de consumo, se inicia la generación para pasar a la recolección, tratamiento y

disposición final; y por tanto, cualquier esfuerzo que se realice en alguna de sus etapas habrá de tener un efecto directo en las demás.

La comercialización de los desechos contenidos en la basura abre amplias posibilidades de obtener grandes beneficios económicos, lo que permitiría invertir en plantas industriales para el reaprovechamiento de los materiales; es por ello que los grupos de poder que actualmente realizan actividades relacionadas con el reciclaje, no permiten que éste sea institucionalmente formalizado.

Los métodos de eliminación o tratamiento de la basura no son 100% eficientes, pues cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas, determinadas por el tipo de tecnología utilizada; independientemente de eso el compostaje, la incineración y los rellenos sanitarios son métodos que se pueden adaptar o acondicionar a las necesidades propias de cada comunidad con la finalidad de reducir los daños causados al medio ambiente, con vistas a mejorar la calidad de vida de la población.

Asimismo, algunos de los residuos sólidos son tratados en el DF por medio del compostaje, método que aun no ha demostrado ser lo suficientemente rentable, ya que la calidad de la composta no es buena, pues los desechos que llegan a las plantas de tratamiento contienen materiales que disminuyen la calidad del producto final; además de esto, la sociedad que habita en esta gran urbe no tiene, ni se ha fomentado en ella, la cultura necesaria para hacer uso de este tipo de componente orgánico, lo cual ayudaría a incrementar la calidad y el consumo del mismo.

La incineración es una forma de tratamiento de los residuos sólidos que en el DF se utiliza en menor medida que el compostaje, tanto por sus características como por la legislación vigente al respecto, pero sobre todo por los altos costos de instalación de una planta incineradora. Pese a ello tal método se utiliza principalmente para el tratamiento de los desechos hospitalarios. En virtud del creciente volumen de basura y de la falta de espacios para su disposición controlada, en el futuro se deberá optar alternativamente por la incineración que hace necesario mejorar la tecnificación de dicho proceso.

Debido a la inminente falta de espacios para rellenos sanitarios en los próximos años, la creación de incineradores ecológicos, será una opción, ya que la basura que no se pueda

separar deberá ser tratada de alguna forma y el calor se podría aprovechar para generar vapor y posteriormente energía eléctrica.

En el DF, prácticamente ya no existen sitios para la ubicación de rellenos sanitarios, por lo que deben idearse métodos para reducir de manera importante el volumen de los desechos que llegan a ellos. En mayor o menor medida siempre habrá residuos de los cuales disponer de manera ambientalmente segura, por lo cual el reto es prevenir y minimizar la generación de desechos, y al mismo tiempo desarrollar y fortalecer la industria del reciclaje, ya que de lo contrario no sólo se verían afectadas, la pulcritud, la apariencia o la belleza de nuestro mundo, sino también la calidad de vida e incluso la posibilidad de supervivencia de la población.

Para que los desechos sólidos puedan ser aprovechados después de haber perdido aparentemente su valor, deben ser seleccionados según sus características y propiedades, y clasificados en seis grandes grupos :compostas, papeles y cartones, metales, vidrio, productos y artículos sintéticos y otros desechos, con sus propias subdivisiones, abrazando de esta manera a diferentes ramos del sector industrial, que se benefician al obtener materias primas secundarias a bajo costo.

Los residuos sólidos generados en las grandes ciudades pueden y deben ser reciclados con la finalidad de conservar los recursos naturales y mejorar las condiciones de vida de la población, para tal efecto dichos residuos deben cumplir con los requisitos de ahorrar energía, recuperar su valor, y evitar la generación de más residuos; estos elementos podrán procesarse en las mismas fábricas que los producen o en otras donde puedan ser útiles en la cadena productiva en la elaboración de composta, papel, cartón, plástico, vidrio y metales.

Todos los componentes de los residuos sólidos urbanos pueden ser reciclados, independientemente de la complejidad de cada uno. Por el nivel de rentabilidad que representan unos son más apreciados que otros al momento de clasificarlos y separarlos para su comercialización; y las industrias que los utilizan como materias secundarias en sus procesos productivos son quienes determinan su valor en el mercado, el cual está dado por las características establecidas para cada tipo de desecho recuperado.

La alternativa que se ha podido detectar como la más eficaz para la solución del problema que representan los residuos sólidos urbanos es el reciclado, por el ahorro de recursos naturales, la generación de empleos, la menor contaminación al medio ambiente y el ahorro de recursos económicos. De ahí que en este trabajo se plantea la conveniencia de crear y fomentar la cultura del reciclado de desechos; esto fortalecido con la separación en la fuente y la recolección separada, para así sustituir el actual método de recolección mixta de desechos. Mejorar ciertos aspectos en la recogida traería beneficios para los materiales y un mayor porcentaje de recuperación.

En la mayoría de los países industrializados se aplican legislaciones, programas y tecnologías congruentes entre sí, con la finalidad de disminuir los daños al medio ambiente y el volumen de basura, lo que permite que los terrenos necesarios para relleno sanitarios sean menores; que la generación de energía eléctrica no se base únicamente en la utilización de combustibles fósiles y se recuperen materiales que pueden incluso exportarse. Todo esto se ha logrado con la participación de la ciudadanía, ya que sin ésta, las acciones y programas de los gobiernos serían infructuosos.

La clausura del relleno sanitario de Santa Catarina y la necesidad de tener que cerrar en breve el único depósito existente, el de Bordo Poniente, agravan el problema la situación de la basura, ya que en pocos meses, ésta puede convertirse en un problema de salud pública mucho más grave que la contaminación atmosférica. Hay que considerar el fin de los tiraderos existentes como una oportunidad para reestructurar todo el sistema de recolección.

A medida que por su parte la sociedad se haga consciente de que el reciclaje es ecológicamente positivo y económicamente rentable; y se utilicen nuevas tecnologías, el abatimiento de los costos propiciara que se empleen cada vez menos las materias primas naturales, con lo cual el deterioro del medio ambiente será cada vez menor.

La generación de residuos en el hogar es en gran medida contraria a la economía doméstica y un indicador de que se están comprando más productos perecederos de los que se pueden consumir y no se están seleccionando adecuadamente las mercancías para elegir aquellas que tengan menos envase y embalaje, o se están adquiriendo productos que no se necesitan incitados por la propaganda y anuncios de promociones, lo cual lleva a la "práctica del desperdicio".

Entre las razones que podrían explicar el crecimiento desmesurado de la generación de residuos, se encuentra el hecho de que tanto productores como consumidores no han estado sujetos al pago de los costos reales y totales, tanto sociales como ambientales, asociados a dicha generación y a la administración de sus residuos, como lo exige la aplicación del principio "el que contamina paga", lo cual es una falla del mercado.

Aunque todos los aspectos relacionados con la contaminación tienen un origen común, lo más destacado del problema estriba en el ámbito social, cultural y hasta moral. La gente tira la basura sin ninguna consideración de cultura o moral. Sin darse cuenta de que se dañan así mismos, cuando están dañando al resto de la población; son pues "subdesarrollados cultural y moralmente".

ANEXOS.

Anexo 1

Cuadro 25
Manejo de residuos sólidos en el D. F. de 1995 a 2000.
 (Toneladas)

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Sistema de transferencia	3,075,104	3,945,503	4,587,101	4,531,665	4,826,115	5,201,802	26,167,290
Estaciones	n. d.	n. d.	2,893,776	3,083,957	3,213,773	3,340,300	12,531,806
Rechazo	n. d.	n. d.	1,693,325	1,447,708	1,612,342	1,861,502	6,614,877
Material inerte	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	167,867	167,867

FUENTE: DGSU, Manejo de residuos sólidos, carpeta 2001, Informe de avance físico 2001.

Nota: la planta Santa Catarina inició operaciones en febrero de 1996

Nd: No disponible.

Anexo 2

Cuadro 26
Vialidades a cargo de la DGSU en la década de 1990.

Núm. ord.	9 Vías Rápidas	23 Ejes viales	6 Accesos carreteros	10 Av. Principales
1	Anillo Periferico	Eje Central	Queretaro - Periferico	Insurgentes
2	Circuito Interior	Eje 1 Norte	Queretaro - 100 m.	Paseo de la Reforma
3	Viaducto M. Aleman	Eje 2 Norte	Cuernavaca – Ins. Sur	Calzada Zaragoza
4	Viaducto Tlalpan	Eje 3 Norte	Pachuca – Insurgentes N.	México - Tacuba
5	Calzada de Tlalpan	Eje 4 Norte	Puebla – Zaragoza	Ermita Iztapalapa
6	Parque Via	Eje 5 Norte	Toluca - Constituyentes	Vía Tapo
7	Rio San Joaquin	Eje 2 Sur		Observatorio
8	Insurgentes Norte	Eje 2-A Sur		Parque Lira
9	Zaragoza	Eje 3 Sur		Constituyentes
10		Eje 4 Sur		Izazaga - Chapultepec
11		Eje 5 Sur		
12		Eje 6 Sur		
13		Eje 7 Sur		
14		Eje 7-A Sur		
15		Eje 8 Sur		
16		Eje 10 Sur		
17		Eje 1 Oriente		
18		Eje 2 Oriente		
19		Eje 3 Oriente		
20		Eje 5 Oriente		
21		Eje 1 Poniente		
22		Eje 2 Poniente		
23		Eje 3 Poniente		

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, Dirección General de Servicios Urbanos, 2001.

NOTA: Esta es la red vial primaria como ámbito de competencia de la GGSU, el resto de las vialidades son atendidas por las delegaciones.

Anexo 3

Resultados históricos del programa de separación de residuos sólidos.

Cuadro 27
Cantidades generadas por categoría.

Año	Residuos en Kg.			
	Orgánicos	Reciclables	Sanitarios	Total
1996	63,705	65,568	17,127	146,400
1997	159,940	218,783	66,260	444,983
1998	178,152	263,637	127,961	569,750
1999	255,199	439,689	177,880	872,768
2000	499,149	868,889	480,662	1,848,700

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Programa de Separación de Residuos Sólidos*, DGSU, 2001.

Cuadro 28
Cantidad de sitios y personas participantes.

Año	Sitios	Personas
1996	3	2,168
1997	6	6,560
1998	13	8,560
1999	32	13,610
2000	44	16,100

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Programa de Separación de Residuos Sólidos*, DGSU, 2001.

Anexo 4

Cuadro 29
Recuperación de materiales en plantas de selección y aprovechamiento.
 (Toneladas)

Materiales	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Aluminio	535	914	861	1,294	878	421	4,903
Cartón	12,194	6,747	10,244	21,904	27,867	11,605	90,561
Cobre	65	41	31	3	3	66	209
Colchón	9	78	63	31	107	43	331
Cháchara	1,267	186	430	876	7,720	4,180	14,659
Fierro	0	595	1,387	6,562	4,729	2,941	16,214
Hueso	0	146	400	536	298	342	1,722
Lámina	10,052	11,560	12,669	16,053	9,211	9,354	68,899
Llanta	244	589	887	1,990	2,280	1,960	7,950
Papel	33,507	14,415	12,741	27,844	32,925	17,959	139,391
Pino (madera)	0	0	240	172	117	221	750
Plástico	10,000	18,311	24,061	45,829	60,264	41,241	199,706
Tortilla	0	606	941	979	913	240	3,679
Trapo	346	306	410	3,407	3,069	1,257	8,795
Vidrio	21,597	20,981	29,942	44,417	19,119	11,279	147,335
Tetrapak	0	0	10	0	0	0	10
Total	89,816	75,475	95,317	171,897	169,500	103,109	705,114

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Recuperación de materiales*, Carpeta 2001, DGSU.

Anexo 5

Cuadro 30
Manejo de residuos sólidos por sitio en el D. F. de 1995 a 2000.
 (Toneladas)

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Operación de plantas de selección	794,828	1,211,443	1,765,882	1,678,807	1,719,688	1,916,800	9,807,448
Bordo poniente	402,676	540,083	609,974	577,196	619,664	668,121	3,417,714
San Juan de Aragón	392,152	505,989	700,470	599,910	558,081	623,452	3,380,054
Santa Catarina	n. d.	165,371	455,438	501,701	541,943	625,227	2,289,680
Recuperación de materiales en plantas	89,732	75,643	95,321	171,898	169,506	103,111	705,211
Bordo poniente	47,695	27,281	30,256	29,617	27,922	28,976	191,747
San Juan de Aragón	42,037	28,997	34,658	46,388	39,272	35,646	226,998
Santa Catarina	n. d.	19,365	30,407	95,893	102,312	38,489	286,466

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Manejo de residuos sólidos*, Carpeta 2001, Informe de avance físico 2001, DGSU.

Nota: la planta Santa Catarina inició operaciones en febrero de 1996

Nd: No disponible.

Anexo 6

Cuadro 31
Relleno Sanitario Bordo Poniente
Ingreso de residuos sólidos por etapa de 1985 a 2000.

Etapa	Año	Meses	Tons. Captadas
I			3,323,247
	1985	enero – diciembre	467,027
	1986	enero – octubre	688,382
	1988	Julio – diciembre	395,231
	1991	febrero – diciembre	1,294,554
	1992	enero – junio	478,053
II			3,659,368
	1986	octubre – diciembre	137,676
	1987	enero – diciembre	895,246
	1988	enero – julio	467,091
	1989	enero – diciembre	862,973
	1990	enero – diciembre	1,037,472
	1991	enero – febrero	258,910
III			5,819,892
	1992	febrero – diciembre	1,112,039
	1993	enero – diciembre	1,976,341
	1994	enero – diciembre	2,731,512
IV			20,256,633
	1995	enero – diciembre	2,686,274
	1996	enero – diciembre	2,970,312
	1997	enero – diciembre	3,245,317
	1998	enero – diciembre	3,199,793
	1999	enero – diciembre	3,988,098
	2000	enero – diciembre	4,166,839
Total			33,059,140

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Recepción en Bordo Poniente por etapa*, Cuadros 2001, DGSU.

Anexo 7

Cuadro 32
Ingreso de residuos sólidos por sitios de disposición final de 1982 a 2000.
 (Toneladas)

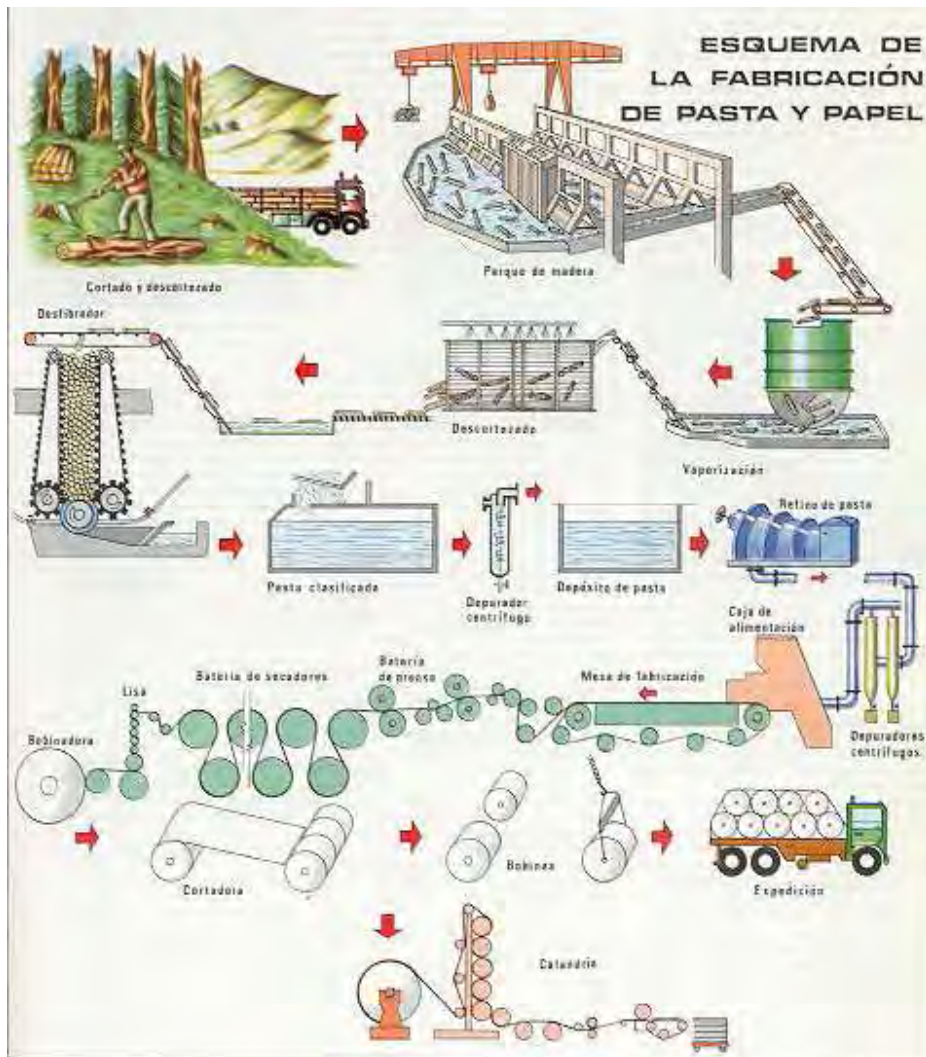
Año	Toneladas		
	Bordo Poniente	Santa Catarina	Total
1982		198,191	198,191
1983		226,596	226,596
1984		240,052	240,052
1985	467,027	257,929	724,956
1986	826,058	612,059	1,438,117
1987	895,246	634,406	1,529,652
1988	862,322	732,109	1,594,431
1989	862,973	834,775	1,697,748
1990	1,037,472	891,047	1,928,519
1991	1,553,464	839,269	2,392,733
1992	1,590,092	1,896,869	3,486,961
1993	1,976,341	942,632	2,918,973
1994	2,731,512	927,673	3,659,185
1995	2,686,274	919,428	3,605,702
1996	2,970,312	769,217	3,739,529
1997	3,245,317	671,366	3,916,683
1998	3,199,793	674,959	3,874,752
1999	3,988,098	675,359	4,663,457
2000	4,166,839	209,082	4,375,921
Total	33,059,140	13,153,018	46,212,158

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios, *Ingreso de desechos sólidos*, carpeta 2001, DGSU.

Nota: el último año en el sitio de Santa Catarina cesaron las operaciones.





Anexo 8



Esquema de la Fabricación de Pasta y Papel.



Anexo 9

Identificación de tipos de plásticos.

TIPO/NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	USOS/APLICACIONES
 <p>PET Polietileno Tereftalato</p>	<p>Se produce a partir del Acido Tereftálico y Etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.</p>	<p>Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.). Películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera (productos alimenticios), envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles (pavimentación /caminos); películas radiográficas.</p>
 <p>PEAD Polietileno de Alta Densidad</p>	<p>El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo.</p>	<p>Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.</p>
 <p>PVC Cloruro de Polivinilo</p>	<p>Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y sal común (*) 57%. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado).</p> <p>(*) Cloruro de Sodio (2 NaCl)</p>	<p>Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa. Perfiles para marcos de ventanas, puertas, caños para desagües domiciliarios y de redes, mangueras, blister para medicamentos, pilas, juguetes, envolturas para golosinas, películas flexibles para envasado (carne, fiambres, verduras), film cobertura, cables, cuerina, papel vinílico (decoración), catéteres, bolsas para sangre.</p>
	<p>Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión y Rotomoldeo.</p>	<p>Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para: Agro (recubrimiento de Acequias), envasamiento automático de alimentos y productos industriales (leche, agua,</p>

<p>PEBD Polietileno de Baja Densidad</p>	<p>Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.</p>	<p>plásticos, etc.). Streech film, base para pañales descartables. Bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos. Tubos y pomos (cosméticos, medicamentos y alimentos), tuberías para riego.</p>
 <p>PP Polipropileno</p>	<p>El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado Punto de Fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado.).</p>	<p>Película/Film (para alimentos, snacks, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria). Bolsas tejidas (para papas, cereales). Envases industriales (Big Bag). Hilos cabos, cordelería. Caños para agua caliente. Jeringas descartables. Tapas en general, envases. Bazar y menaje. Cajones para bebidas. Baldes para pintura, helados. Potes para margarina. Fibras para tapicería, cubrecamas, etc. Telas no tejidas (pañales descartables). Alfombras. Cajas de batería, paragolpes y autopartes.</p>
 <p>PS Poliestireno</p>	<p>PS Cristal: Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), cristalino y de alto brillo.</p> <p>PS Alto Impacto: Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto.</p> <p>Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección, Extrusión/Termoformado, Soplado.</p>	<p>Potes para lácteos (yoghurt, postres, etc.), helados, dulces, etc. Envases varios, vasos, bandejas de supermercados y rosticerías. Heladeras: contrapuestas, anaqueles. Cosmética: envases, máquinas de afeitar descartables. Bazar: platos, cubiertos, bandejas, etc. Juguetes, cassetes, blisters, etc. Aislantes: planchas de PS espumado.</p>

FUENTE: Revista "Noticiero Plástico", N° 431, junio de 1998, Buenos Aires – Argentina.

Anexo 10

“A”

Maneras de aprovechar los envases de PET.

RECICLADO MECÁNICO

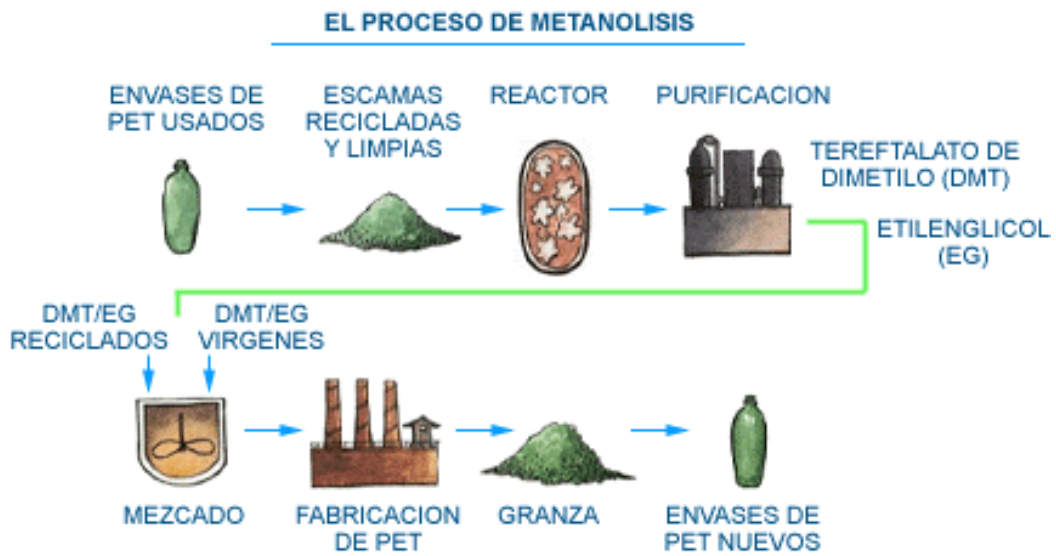


FUENTE: Asociación para promover el reciclado del PET, A. C. (APREPET), 2001.

Anexo 10

“B”

RECICLADO QUÍMICO



FUENTE: Asociación para promover el reciclado del PET, A.C. (APREPET), 2001.

Anexo 11

Se pagarán los derechos correspondientes conforme a las siguientes cuotas:

Ord.	Concepto	1997	2000
I	Por el servicio de recolección, por cada 10 kilogramos o fracción	3.60	6.00
II	Por el servicio de recepción en estaciones de transferencia, por cada 10 kilogramos o fracción	1.20	2.00
II Bis	Por el servicio de recepción de residuos de la construcción en estaciones de transferencia, por cada 10 Kilogramos o fracción	- - -	6.00
III	Por el servicio de recepción en sitios de disposición final, por cada 10 kilogramos o fracción	0.40	1.00
IV	Por el servicio de recepción de residuos de la construcción en sitios de disposición final, por cada kilogramos o fracción	- - -	1.00
V	Por el servicio de recepción de residuos sólidos no peligrosos de manejo especial en sitios de disposición final por cada 10 kilogramos o fracción	- - -	11.00

Para los efectos de estos derechos, se considerarán residuos sólidos no peligrosos de manejo especial:

- Fármacos no aptos para el consumo humano.
- Cosméticos no aptos para el uso humano.
- Alimentos no aptos para el consumo humano.
- Lodos deshidratados.

El servicio de recepción de residuos de la construcción y de sólidos no peligrosos de manejo especial, se prestará siempre que no se encuentren mezclados solventes o pinturas.

El pago de estos derechos se hará previamente a la recolección o a la recepción de los residuos, conforme a las estimaciones que al efecto formulen los contribuyentes, debiendo enterarse por periodos quincenales dentro de los primeros cinco días correspondientes a cada periodo por el que deba efectuarse el pago ante las oficinas autorizadas por la autoridad fiscal, salvo los casos que autorice la Secretaría.

En el caso en que el monto de los derechos causados resulte superior al efectuado conforme a las estimaciones realizadas por el contribuyente, se pagarán las diferencias con los recargos que correspondan conforme al artículo 51 de este Código, dentro de los primeros cinco días siguientes al mes de causación del derecho.

FUENTE: Código Financiero del Distrito Federal 1997 y 2000, artículo 254.

Anexo 12

Cuadro 33
**Gasto programático total ejercido por el GDF
 para el manejo de residuos sólidos de 1995 a 2000.**
 (Miles de pesos)

Programa / Subprograma	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gasto Programático Total ^{1/}	19,390,036.3	29,248,812.6	36,928,574.5	40,961,589.7	46,930,415.0	57,220,700.8
3Z Regulación y Preservación Ecológica	1,428,904.7	1,832,419.1	2,590,953.1	2,622,864.3	^{2/}	^{2/}
04 Control de Residuos Sólidos	950,259.7	1,035,075.4	1,628,660.4	1,652,231.2	1,835,438.2	1,878,337.0
5M Infraestructura Ecológica	37,842.6	57,162.8	44,018.4	58,958.6	32,518.7	68,413.4
02 Construcción e Instalaciones	24,584.2	57,162.8	44,018.4	58,958.6	^{2/}	^{2/}

FUENTE: Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de Programas, 1996, 1997, 1998, 1999 y 2000 Tomo 1.

1/ Excluye el gasto no sectorizable Deuda Pública y ADEFAS, ya que por su naturaleza no son programables.

2/ En 1999 y 2001 se modificó la apertura programática del Gobierno del Distrito Federal, por lo cual las cifras correspondientes a esos años no son totalmente comparables con los años anteriores.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros

1. Ramón Castañeda Ortega, Guillermo Gutiérrez Barbosa, *Análisis de inversiones en servicios públicos locales (Municipales y Estatales)*, Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC), México, 1998.
2. Embajada de México en Tokio, *Aprovechamiento Optimo de los Desechos Urbanos: La Experiencia Japonesa*, SRE / Tokio, 1987.
3. López Garrido J., *Basura Urbana: Recolección, Eliminación y Reciclaje*, Editores Técnicos Asociados, España, 1975.
4. Saurin André, *Composición, Recogida y Tratamiento de las Basuras*, Editores Técnicos Asociados, España, 1970.
5. Bermejo Horacio, *Condiciones, Seguimiento y Explicaciones del Crédito Exterior, para el Financiamiento de Proyectos de Residuos Sólidos*, SEDUE, México, 1989.
6. J. Richard Mayer, *Connections in Environmental Science*, Mc_Graw-Hill, New York, 2001.
7. Paul A. Samuelson, *Curso de Economía Moderna*, Ed. Aguilar, Madrid, 1981.
8. Valentín Ramírez Samuel, *Derechos Municipales por Servicio de Recolección de Desechos Sólidos*, Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC), México, febrero de 1994.
9. Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC), *Derechos por servicios de recolección de desechos sólidos (política y estructura tarifaria)*, México, 1994.
10. Carlos Sabino, *Diccionario de Economía y Finanzas*. Ed. Panapo, Caracas, 1991.
11. Arana Federico, *Ecología para principiantes*, Editorial Trillas, 1987.
12. Barry C. Field, *Economía Ambiental*, McGraw-Hill, España, 1995.
13. D. W. Pearce, *Economía Ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.
14. García Páez Benjamín, *Economía Ambiental*, UNAM, Facultad de Economía, México,
15. Perelló Sivera Juan, *Economía Ambiental*, Universidad de Alicante, España,

16. Heilbroner Robert L., Thurow Lester C., *Economía*, Séptima Edición, Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1987.
17. Paul y Ronald Wonnacott, *Economía*, Segunda Edición, McGraw-Hill, 1986.
18. Del Val Alfonso, *El Libro del Reciclaje*, Segunda Edición, Barcelona, febrero 1993.
19. Pereira M. José, Rodríguez A. Rolando, *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*, Editores Técnicos Asociados, Barcelona, 1980.
20. López Garrido Jaime, *Eliminación de los Residuos Sólidos*, Editorial Técnicos Asociados, Barcelona, 1986.
21. Eliminar los residuos sólidos urbanos, España, 1980.
22. Ministère de l'environnement, *Elimination des Dechets*, France, 1985.
23. Federation Nationale des Activités du Déchets, *Elimination des Residus: Techniques Francais*, Ministère de L'Environnement, París, France, 1985.
24. Arvizu Fernández José Luis, *Energía a partir de la basura*, Boletín IIE, UNAM, nov-dic 1997.
25. El Colegio de México, AC., *Estudio sobre desechos sólidos en el Estado de Michoacán*, México, julio 1984.
26. Labastida Azemare Francisco, *Evacuación de Residuos Domésticos*, Editorial Siglo XXI, México, 1989.
27. Llamas Fernández Roberto, *Fundación y expansión de problemas urbanos en la capital Virreyenal*.
28. Méndez M. José Silvestre, *Fundamentos de Economía*, McGraw-Hill, México, 1983.
29. Butter Joseph H., *Geografía Económica: Aspectos Especiales y Ecológicos de la Actividad Económica*, Editorial Limusa, México, 1989.
30. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, *Gestión de los Residuos Sólidos*, Subsecretaría de Ordenamientos del Territorio y Medio Ambiente, Madrid, 1982.
31. Aguilar Margot y Solís Hector, *Hacia una Sociedad sin Basura*, Grupo de Estudios Ambientales, México, 1986.
32. Castrejón Solís Alberto, *Industria de la Basura*, UNAM, México, 1972.
33. Deffis Caso Armando, *La Basura es la Solución*, Editorial Concepto, México 1990.
34. Aguilar Rivero Margarita, *La Basura*, Segunda Reimpresión, Editorial Trillas, México, abril 1993.

35. Padilla Massieu C., *La Basura: ¿Contaminación sin Solución? Aprovechamiento y beneficio de los desperdicios*, Departamento del Distrito Federal, México, 1989.
36. Restrepo Ivan, Phillips David, *La Basura: Consumo y Desperdicios en el Distrito Federal*, Instituto Nacional del Consumidor, México, 1982.
37. Restrepo Ivan, *La Basura: Consumo y Desperdicios*, Instituto Nacional del Consumidor, México, 1987.
38. Rueda Prieto Isabel, *La Industria de los Fertilizantes en México*, IIEc. UNAM, México.
39. Castillo Berthier Héctor, *La Sociedad de la Basura en México*, Editorial Colección Popular, México, 1975.
40. Castillo Berthier Héctor, *La Sociedad de la Basura*, UNAM, México, 1983.
41. Jean – Bernard Leroy, *Los desechos y su tratamiento*, Primera Edición en Español, Fondo de Cultura Económica, 1987.
42. Holger Stronm, *Manual de Educación Ecológica*, Ed. ZYX, Hamburgo, 1977.
43. Holger Stronm, *Manual de Educación Ecológica*, Ed. ZYX, Madrid, 1979.
44. Michael Parkin Addison-Wesley, *Microeconomía*, Edición Especial en Español, Iberoamericana, 1995.
45. Department of commerce, *National data Book and Guide Sources*, USA, 1989.
46. Oropeza Monterrubio Rafael, Peligro Contaminación,
47. Karl E. Case, *Principios de Microeconomía*, Cuarta Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997.
48. N. Gregory Mankiw, *Principios de Microeconomía*, Primera Edición, McGraw-Hill, 1998.
49. Ceceña Ana Esther, Barreda Marín Andrés (Coordinadores), *Producción Estratégica y Hegemonía Mundial*, Editorial Siglo XXI, México.
50. Agence pour la recuperation et l'élimination des Dechets, *Rapport d'activite: Les Residus Solides*, France, 1985.
51. Quijano Aníbal, *Redefinición de la dependencia y proceso de marginalización en América Latina*, CEPAL, 1970.
52. Otero del Peral Luis Ramón, *Residuos Sólidos Urbanos*, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Madrid, 1992.
53. The Municipal Year Book, ICMA, Washington, D.C., 1988.

54. William Small E., *Third Pollution*, Praeger Publishers, Inc., New York, 1970.
55. American Publics Works Association, *Trash and Waste: Elimination and Recuperation*, Institute for Solid Waste, USA, 1989.
56. Institute for solid waster of american public works association, *Tratamiento de los residuos sólidos urbanos*, Madrid, 1976.
57. Durán de la Sierra Nicolas, *Vivimos en un Mundo de Basura*, Colección Popular, México, 1979.
58. Entwicklungspolitik BMZAKTUELL, *Manejo de residuos*, Alemania, Mayo 1996.
59. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en la Zona Metropolitana del Valle de México, México, No. 14, febrero de 1998.
60. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Censo General de Población y Vivienda 2000*, Resultados Preliminares, INEGI.
61. Gobierno del Distrito Federal, *Código Financiero del Distrito Federal*, México, 1997.
62. Secretaría de Desarrollo Social, *Como disminuir la basura en nuestro hogar*, México, 1992.
63. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1992*, Tomo 1, México, junio 1993.
64. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1993*, Tomo 1, México, junio 1994.
65. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal y Avance de programas, 1994*, Tomo 1, México, junio 1995.
66. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1995*, Tomo 1, México, junio 1996.
67. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1996*, Tomo 1, México, junio 1997.
68. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1997*, Tomo 1, México, junio 1998.
69. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1998*, Tomo 1, México, junio 1999.

70. Secretaría de Finanzas, *Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal y Avance de programas, 1999*, Tomo 1, México, junio 2000.
71. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Decreto de Presupuesto de Egresos del Distrito Federal para el Ejercicio Fiscal del año 2001*, México, diciembre de 2000.
72. Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, México, mayo 1999.
73. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, *Glosario de términos más usuales en la administración pública*, México, abril de 1999.
74. Dirección General de Servicios Urbanos, *Indicadores cuantitativos y cualitativos de los residuos sólidos municipales generados en la Ciudad de México*, México, 1998.
75. Secretaría de Desarrollo Social, *Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio*, Instituto Nacional de Ecología, México, 1993.
76. Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, *Informe Intermedio para el Estudios Sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, México, 1998.
77. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Ley Ambiental del Distrito Federal*, Gaceta Oficial del DF, México, enero 2000.
78. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, I Legislatura, *Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal*, Gaceta Oficial del Distrito Federal.
79. Gobierno del Distrito Federal, *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, México, enero de 2000.
80. Gobierno del Distrito Federal, *Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal*, diciembre de 1998.
81. Departamento del Distrito Federal, Gaceta Mexicana de Administración Estatal y Municipal, *Manejo de los Desechos Sólidos: El Caso del Distrito Federal*, México, 1988.
82. Gobierno del Distrito Federal, Gaceta Mexicana de Administración Estatal y Municipal, *Manejo de los Desechos*, México, D. F., Actualizada 2000.
83. Dirección General de Servicios Urbanos, *Manual Operativo*, Subdirección de Operación de Disposición Final, México, abril 1997.
84. Dirección General de Servicios Urbanos, *Manual Operativo*, Subdirección de Operación y Transferencia, México, enero 1997.

85. Secretaría de Desarrollo Social, *Manual Técnico-Administrativo para el servicio de Limpia Municipal*, SEDESOL, México, noviembre 1995.
86. Asamblea de Representantes 1° Legislatura, *Memoria del foro sobre Servicios de Limpia y Recolección de Basura en el DF*, México, mayo 1995.
87. Dirección General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica, *Plan Maestro de Basura*, SEDUE, México, 1985.
88. Departamento del Distrito Federal, *Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros*, Secretaría de Transporte y Vialidad, México, 1996.
89. Secretaria de Obras y Servicios GDF, *Programa de Separación de Residuos Sólidos*, Informe de actividades, México, septiembre 1998.
90. Departamento del Distrito Federal, *Programa Maestro de Desechos Sólidos*, México, 1988.
91. Gobierno del Distrito Federal, *Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal*, México, diciembre de 1998.
92. Departamento del Distrito Federal, *Reglamento para el servicio de limpia en el Distrito Federal*, México, 27 de julio de 1989.
93. Dirección General de Servicios Urbanos, *Reporte estadístico trimestral de ingreso de residuos sólidos*, Dirección de transferencia y disposición final, México, 1997.
94. Gaceta Informativa del Departamento del Distrito Federal, México, Marzo de 1991.
95. Secretaría de Desarrollo Social, *Como disminuir la basura en nuestro hogar*, México, 1992.
96. Secretaría de Desarrollo Social, *Manual para la separación de la basura*, México.
97. Secretaría de Obras y Servicios, *Recuperación de materiales*, Carpeta 2001, DGSU.

Tesis.

1. Lajous Evangelina, *Encuesta social en la comunidad y pepenadores de Iztapalapa*, UNAM, 1964.

2. Buendía Morales O. Alejandro, *Proyecto de inversión de una planta seleccionadora de materiales reciclables contenidos en la basura, a instalarse en el D.F.*, Facultad de Economía, UNAM, 1994.
3. Rojas Fernández Ma. Eleuteria, *La Basura: un recurso natural y económico*, Relaciones Internacionales, ENEP-Acatlán, UNAM.

Revistas y Periódicos.

1. Boletín Informativo del ISWA, Dinamarca, 1980.
2. Suplemento, Noticias del PNUMA, No. 5, SRE / ONU, México, D.F., febrero de 1988.
3. El Universal, México, D.F., lunes 24 de abril de 1989.
4. Revista de Desarrollo Nacional, América Latina, México, marzo de 1989.
5. El Financiero, Sección Económica, México, D.F., 5 de diciembre de 1989.
6. Novedades, México, D.F., 12 de febrero de 1990.
7. El Nacional, Sección Ciudad, México, D.F., sábado 28 de abril de 1991.
8. Ovaciones, Segunda Edición, México, D.F., martes 3 de mayo de 1994.
9. El Financiero, Yalin Cacho López, México, D.F., martes 7 de enero de 1997.
10. La Jornada, Pérez U. Matilde, México, D.F., 20 de agosto de 1997.
11. Reforma, Ariadna Bermeo, México, D.F., jueves 5 de marzo de 1998.
12. Revista "Noticiero Plástico", Buenos Aires – Argentina, N° 431, junio de 1998.

Internet.

1. <http://www.ine.gob.mx/dgmrar/dsrsc/rm/reciclaje/>
2. <http://www.ine.gob.mx/upsec/programas>

3. <http://www.explotion.com/residuos.htm>
4. <http://www.jornada.unam.mx/1999/nov99/991114/>
5. <http://www.firamedinet.com/conferencias/reciclaje>
6. <http://www.ideal.es/waste/>
7. <http://www.ecoplaza.cl/locales.htm>
8. http://www.geocities.com/camp_pro_amb/
9. <http://www.alcaldiadedallas.org/html>
10. http://www.bnsglasspack.com/html_es/le_verre/
11. <http://www.serviplus.com/m.ambiente/docu/esp/reco-1.htm>
12. <http://recicla.netfirs.com>
13. <http://gol.biomedicas.unam.mx>
14. <http://habitat.aq.upm.es/bpn/bp045.html>
15. <http://pp.terra.com.mx/~asilva/yecol.htm>
16. <http://museovidrio.vto.com>
17. <http://sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/residuos/>
18. <http://www.monografias.com/trabajos5/recicla/>
19. <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/resisoli/recolec/>
20. <http://www.cnea.gov.ar/las-ans/pdf/>
21. <http://www.aluminio.org/texto/>
22. <http://www.gencat.es/mediamb/cast/residus/>
23. <http://www2.uji.es/cyes/internatura/estudios/reciclar>
24. <http://axp1.iie.org.mx/publica/bolnd97/tennd97.htm>
25. <http://netdial.caribe.net/~emercado/reciclaje.htm>
26. <http://www.invent.org/book/book-text/>
27. <http://www.geocities.com/bioelectrochemistry/heroult.htm>
28. <http://www.monografias.com/trabajos/termoyentropia/termoyentropia.shtml>
29. <http://www.eumed.net/flechas/entropia.htm>
30. <http://www.miexamen.com>