

3.4 Estudio Ambiental

3.4.1 Objetivo de la Investigación

En la etapa inicial, con anterioridad al P/M, el equipo debe considerar los aspectos ambientales que tienen que ver con la expansión vertical del sitio de disposición final existente denominado Bordo Poniente. Estas consideraciones deben incluir la situación actual de la disposición de residuos, las características del terreno (es decir, estado de consolidación, capacidad de carga, etc.), y su posible impacto sobre el agua subterránea.

3.4.2 Metodología

a. Sitios del Estudio

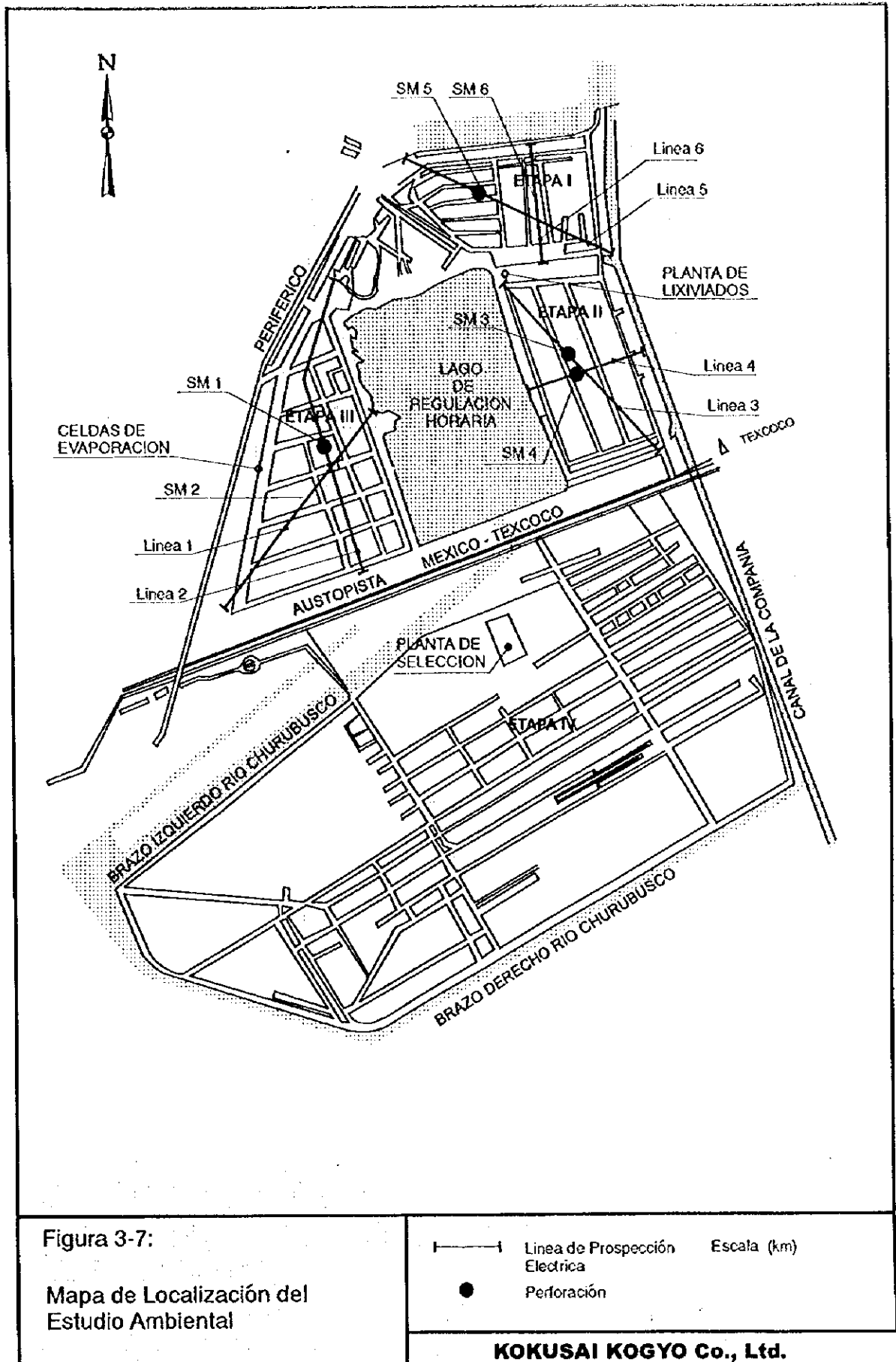
Se estudiaron los sitios denominados Etapa I, II, y III en el Bordo Poniente, donde los trabajos de relleno concluyeron.

b. Aspectos del Estudio

El Cuadro 3-19 resume la cantidad de los trabajos realizados. Los sitios de prospección eléctrica y perforaciones se presentan en la Figura 3-7.

Cuadro 3-19: Cantidad de los Trabajos

Puntos de Estudio	Ubicación	Contenido del Estudio
Prospección Eléctrica	Etapa I	2 líneas, total 2,000 metros (cada 20 mts.)
	Etapa II	2 líneas, total 2,100 metros (cada 20 metros)
	Etapa III	2 líneas, total 3,200 metros (cada 20 metros)
Perforación	Etapa I	2 perforaciones, cada una de 20 metros de profundidad
	Etapa II	2 perforaciones, cada una de 20 metros de profundidad
	Etapa III	2 perforaciones, cada una de 20 metros de profundidad
Pruebas In-situ	Donde se ubicaron las 6 perforaciones anteriores	Prueba de permeabilidad <i>In-situ</i> en las perforaciones (un total de 6 pruebas)
	En 6 lugares a ser determinados	Prueba de permeabilidad <i>In-situ</i> al nivel del terreno (un total de 6 pruebas)
Pruebas de Laboratorio	6 muestras de las perforaciones	Prueba del límite líquido y plástico, prueba de peso unitario, prueba de consolidación, granulometría, prueba triaxial de compresión (6 unidades de cada una)



3.4.3 Resultados

a. Prospección Eléctrica y Perforación

Se muestran los resultados en el Anexo B.

3.4.4 Hallazgos

a. Nivel Freático

En las Etapas I, II y III donde residuos fueron rellenos sobre el nivel original del terreno, el nivel del agua subterránea es somero; se encuentra a unos 2.0 mts. de la superficie de acuerdo con el "Estudio para el Reuso del Relleno", considerando que el nivel freático de las perforaciones realizadas para este estudio varía entre 0.8m y 1.2m medidos desde la superficie. El nivel del agua subterránea fuera de las áreas de relleno también se encontró a alrededor de 1.0m. de profundidad de la superficie del terreno.

Este fenómeno ocurre por dos motivos. El primero, es que no existe ningún mecanismo de control de los lixiviados, siendo una excepción la Etapa III. El segundo motivo se asocia al volumen substancial de agua de lluvia que se filtra dentro del relleno como consecuencia de la alta permeabilidad del suelo de cobertura que es de alrededor de 10^{-4} (cm/seg.) y que tiene tan sólo 30 cm. de espesor.

En consecuencia, se concluye que el nivel del agua subterránea dentro de las antiguas áreas de relleno (Etapa I, II y III) se ha elevado por sobre la superficie original del terreno debido a la infiltración del agua de lluvia proveniente de la superficie del relleno y la intrusión de agua subterránea proveniente del fondo del relleno como resultado de la fuerza capilar. Lo anterior se ilustra en la Figura 3-8.

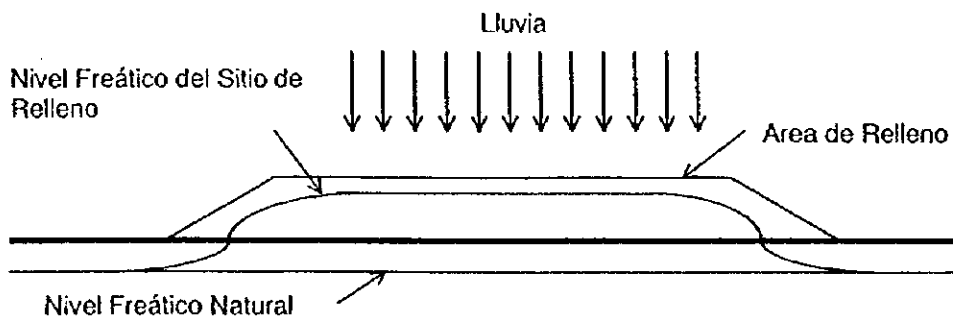


Figura 3-8: Ilustración del Nivel Freático en el Sitio de Relleno

b. Permeabilidad

b.1 Suelo de Cobertura

Como se mencionó anteriormente, la permeabilidad del suelo de cobertura es relativamente alta, siendo de alrededor de 10^{-4} (cm/seg.) y de poco espesor (30cm). Por lo tanto, un volumen considerable de agua de lluvia se infiltra en las áreas de relleno de residuos, lo que crea condiciones adecuadas para una mayor generación de lixiviados.

b.2 Suelo de Fundación

Considerando que el suelo de fundación es arcilloso con una permeabilidad de alrededor de 10^{-5} (cm/seg.), algún tipo de impermeabilización es necesaria para operar de manera adecuada un sitio de disposición final de residuos municipales que, a su vez, cumpla con las normas ambientales existentes. Debido a lo anterior, una membrana impermeabilizante de Polietileno de Alta Densidad está siendo instalada en la Etapa IV.

b.3 Conclusión

Se concluye que deben emplearse membranas impermeabilizantes si se pretende una expansión vertical de las Etapas I, II y/o III; esta impermeabilización se realizaría con el fin de prevenir la contaminación del agua subterránea con los lixiviados producidos por el relleno.

c. Mecánica de Suelos

Tomándolos como indicadores de la estabilidad del terreno, la cohesión y el ángulo interno de fricción a unos 10 mts. de profundidad (en otras palabras, a unos 2 metros bajo el terreno original) fueron evaluados y los resultados obtenidos son mostrados en el Cuadro 3-20.

Cuadro 3-20: Cohesión y Angulo Interno de Fricción

	Etapa I	Etapa II	Etapa III	*Etapa IV
Período de Operación	1985 - 1988	1989 - 1991	1991 - 1993	1993 -
Cohesión (ton/m ²)	1.0	0.8	0.5	0.8
Angulo Interno de Fricción (grad.)	3.0	0	0	1.8

* Etapa IV : datos existentes

Al comparar las cifras mostradas con anterioridad y la información geológica obtenida en la Etapa IV, antes que algún tipo de relleno hubiese ocurrido, los siguientes resultados fueron derivados;

- Tanto la cohesión como el ángulo interno de fricción han aumentado para el caso de la Etapa I, donde casi 10 años han transcurrido después de terminados los trabajos de relleno. Lo anterior lleva a concluir que la estabilidad del terreno ha mejorado como resultado de la compresión del material de fundación.
- Por otra parte, las cifras obtenidas para las Etapas I y II son similares o menores que aquellas de la Etapa IV; se puede observar que no ha habido una mejoría en la estabilidad del terreno como resultado de la compresión.

En consecuencia, se prevé que se requerirá que transcurra un tiempo considerable para que exista una mejoría en la estabilidad del terreno como resultado de la compresión del material de fundación.

3.5 Investigación de Mercado para los Sub-Productos

3.5.1 Objetivo

La investigación incluyó el mercado actual y las demandas potenciales para los materiales reciclados que serían producidos por las alternativas técnicas propuestas por el P/M, en particular composta y plástico.

La magnitud de los mercados y sus precios son los principales puntos de estudio dado que podrían influenciar en gran parte la selección de las alternativas técnicas. Materiales como las botellas, latas, plástico, composta, calor y energía eléctrica serán estudiados por medio del uso de información estadística y entrevista con funcionarios de INARE que se encuentren relacionados con las áreas caloríficas y eléctricas; además, se entrevistará al personal que trabajó previamente en las instalaciones de compostaje.

3.5.2 Metodología

a. Objeto de la Investigación

Las siguientes empresas serán objetos de la investigación.

- empresas recicladoras de vidrio,
- empresas recicladoras de latas de aluminio y fierro
- empresas recicladoras de plásticos
- empresas de composta
- empresas eléctricas
- empresas de suministro de calefacciones
- INARE
- otras uniones que traten materiales reciclables
- recicladores informales.

b. Número de Muestras

La investigación se llevó a cabo en 22 compañías. El Cuadro 3-21 muestra la reseña de las empresas investigadas.

Cuadro 3-21: Reseña de las Empresas Investigadas

	Nombre de Empresa o Institución	Categorías Manejadas
1	Sr. Fernando Rosales	Compra-venta Vidrio, fierro, aluminio, cartón, periódico, papel.
2	Vidrería México S.A. DE C.V.	
3	José González	Cartón y Papel
4	Bodega Tacubaya S.A.	Papel y cartón
5	La bodeguita	Chatarra, Papel, Cartón y Latas de Aluminio.
6	María Pérez García.	Compra venta de papel
7	Antonio Hernández	Papel y Cartón.
8	José Vidal.	PLÁSTICO.
9	José Luis Pineda.	compra - venta de latas de aluminio y chácharas (juguetes , zapatos, ropa , etc.)
10	Angel Basilio Hernández	Compra - venta de vidrio.
11	Comercializadora de fibras secundarias S.A. de C.V.	Distribución de fibras secundarias compra-venta papel
12	Todo de cartón S.A de C.V.	Envases y embalajes de cartón corrugado

	Nombre de Empresa o Institución	Categorías Manejadas
13	Procesadora y recicladora El Ancla S.A. de C.V.	Desechos ferrosos y no ferrosos
14	Marco Antonio Rueda	Papel y cartón
15	Vidriera Los Reyes	Pedacería de vidrio
16	Sacarias Cepeda Guadarrama	(latas) compra-venta de fierro, cobre, bronce y latas de aluminio
17	José Silverio Escobar	compra-venta de cartón y latas
18	María de la Cruz Baéz Montes	Vidrio, tortilla y colchones
19	Comercial Carimex	Desechos de papel
20	Interamericana de Metales	Compra-venta de inoxidable y aleaciones no ferrosas, principalmente las derivadas del cobre
21	Dirección General de Servicios Urbanos	Composta de desechos de poda
22	Rubén Jiménez	Vidrio

c. Aspectos de la Investigación

Los aspectos investigados son los siguientes.

- Datos generales de la empresa (número de empleados, antigüedad de la empresa, días laborables, ventas anuales, etc.)
- Actividades principales (reciclaje, recolección, separación, corretaje, etc.)
- Perfil de los clientes principales (tipo de industria, precio y monto de venta, etc.)
- Perfil de los proveedores principales (tipo de material, costo original, cantidad de suministro)
- Método de tratamiento y/o proceso
- Reseña de las instalaciones de tratamiento y/o proceso
- Categorías principales de reciclaje
- Método de transportación
- Otros

3.5.3 Resultados de la Investigación

Se muestran los resultados de la investigación en el Anexo B.

3.5.4 Hallazgos

Se estima que la magnitud del mercado para los materiales reciclados será de 5,000 millones de pesos/año en el año 2010 (con precio de 1998), asumiendo que no haya una caída importante en sus precios de venta. Si se considera la demanda fuera del DF, la magnitud del mercado puede ser mucho mayor.

Cuadro 3-22: Magnitud del Mercado de Materiales Reciclados Estimado para el GDF en el año 2010

	Papel	Vidrio	Plástico	Aluminio	Total
Proporción unitaria (pesos/ton)	250	700	3,600	7,000	-
Magnitud del mercado (1,000 ton/año)	2,000	5,400	100	60	-
Magnitud del mercado (1,000 pesos/año)	500,000	3,780,000	360,000	420,000	5,060,000

Sin embargo, a medida que se proporciona más material reciclado al mercado, los precios de venta tienden a disminuir gradualmente hasta menos de cero cuando no existe beneficio sino más bien un costo por abastecerlo. Para evitar situaciones de este tipo, será necesaria la política que se muestra a continuación, además de la promoción del reciclaje.

- Promover la industria de recuperación de recursos
- Alentar el uso de material reciclado

b. Composta

Tal y como se mencionó anteriormente respecto a la composta, el mayor proveedor de la misma es la planta de compostaje del GDF, el cual produce únicamente de 10 a 20 toneladas al mes.

Por otra parte, cada día se establece más población cerca de las áreas que antes se utilizaban para relleno de Bordo Poniente I, II, y III (aproximadamente 260ha), en donde se espera un paisaje con áreas verdes sin árboles. Sin embargo, estas áreas se encuentran en la zona del ex lago de Texcoco con un alto grado de salinidad en el suelo, por lo que se necesitará el mejoramiento del suelo para restablecer las áreas verdes. En consecuencia, si se necesita proveer anualmente un acondicionador para la tierra de 30 cm de grosor en estas áreas, se puede esperar una demanda de composta de aproximadamente 80,000 ton/año.

Incluso, si se necesita aplicar composta en otras áreas del ex lago de Texcoco, su demanda aumentará considerablemente.

Además, los estudios existentes muestran que la futura demanda de este producto será de entre 1,750,000 5,980,000 ton/año. Esto sugiere que, si la calidad de la composta es satisfactoria, se puede esperar una mayor demanda de la misma.

c. Electricidad

Por otra parte, el precio actual de generación de electricidad es tan bajo (0.273 pesos/kWh (1U\$=9.1pesos, 0.03U\$/kWh)) que no es factible obtener electricidad a partir de la incineración.

Por lo tanto, el reciclaje de materiales es un área prometedora como método de recuperación de residuos sólidos municipales en el DF.

3.6 Investigación de Reutilización del Relleno en Bordo Poniente

3.6.1 Objetivo

El propósito de este trabajo es obtener información sobre las características físicas y químicas de los residuos enterrados en el sitio de disposición final de Bordo Poniente (en las Etapas I, II y III), para ver las posibilidades de reutilizar esos rellenos en un futuro como materiales de recuperación, composta o recubrimiento de tierra u obtención de espacio para futuros rellenos.

3.6.2 Metodología

a. Sitio y Cantidad de la Investigación

Las áreas en Etapa I, II y III del Bordo Poniente en donde los rellenos hayan sido terminados fueron investigados hace algunos años. Las localizaciones de los estudios fueron escogidas en base a aquellas que cuentan con una profundidad de desecho lo suficientemente espesa, la cual fue averiguada por medio de prospecciones eléctricas y perforación en el Estudio Ambiental de Bordo Poniente.

El trabajo de investigación de la explotación del campo fue llevada a cabo en un total de 6 sitios: fueron hechas 2 en la Etapa I, 2 en la Etapa II, y 2 en la Etapa III en el Sitio de Disposición Final del Bordo Poniente. Las excavaciones (2.0 a 2.5 metros de longitud, 2.0 a 2.5 metros de ancho y 4.0 metros de profundidad) fueron cubiertas de nuevo en cada sitio.

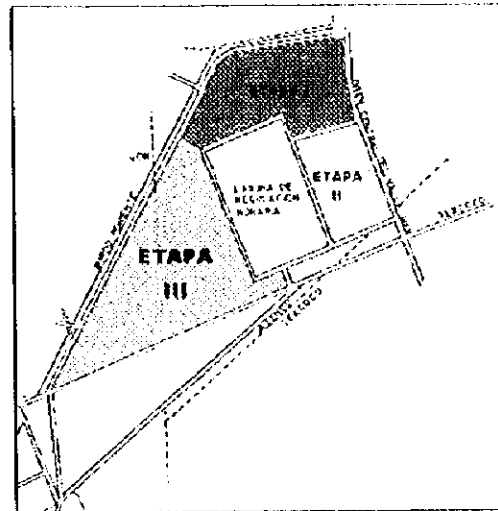


Figura 3-9: Mapa de localización

b. Medición del Volumen y Peso de las Excavaciones

Este trabajo sirve para medir y pesar los 4 diferentes niveles de las excavaciones de residuos enterrados y la capa que los cubre, lo que hace un total de 4 niveles.

- El volumen de excavación en cada nivel fue medido por la dimensión interna de la excavación.
- El peso de los materiales excavados en cada nivel fue medido por medio de la báscula de peso.

c. Inspección de la Composición Física de los Residuos Enterrados

Este trabajo cubre todas las tareas para realizar el análisis de la composición física de los residuos, éstos fueron extraídos de cada nivel de la excavación y se dividen en:

- vidrio
- aluminio
- acero
- combustibles
- tierra, etc.

Y fueron pesados respectivamente en sus unidades de medición.

d. Pruebas de Laboratorio para el Análisis Químico de los Residuos Enterrados

Este trabajo es para realizar todas las pruebas necesarias para el análisis de la composición química de los residuos enterrados por niveles. Los análisis fueron realizados en un laboratorio, y en la división de 14 elementos, de acuerdo con los estándares de la US-EPA para el uso de lodo para la agricultura.

- Carbón, Nitrógeno, pH, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn, As, Molibdeno, Selenio, PCB.

e. Rellenado de las Excavaciones

Este trabajo consiste en:

- Primero, depositar de nuevo los materiales y residuos extraídos de cada lugar y su compactación por niveles.
- Segundo, agregar algo de tierra de la excavación como capa de recubrimiento que quede bien compacta.
- Tercero, adicionar material extra de tierra (tierra importada) con suficiente compactación.

La capa de recubrimiento de la superficie se elaboró con un abultamiento redondo con aproximadamente 40 cms. de altura desde el centro del nivel existente.

3.6.3 Resultados

Se muestran los resultados de la investigación en el Anexo B.

3.6.4 Hallazgos

3.6.4.1 Capa Superficial/Intermedia/Inferior

a. Peso Volumétrico

Si se compara el peso volumétrico de las capas superficial, intermedia e inferior, se encuentra que la capa superficial tiene un peso volumétrico de aproximadamente 1.1 ton/m^3 , y las capa intermedia e inferior tienen un peso volumétrico de cerca de 1.8 ton/m^3 . Esto muestra que debido al hecho de que la parte superficial descompone más lentamente los residuos enterrados ahí, su peso volumétrico se aproxima a la de los residuos enterrados (que normalmente se calcula en 0.8 ton/m^3).

Por otra parte, se estima que ya que las capas intermedia e inferior se encuentran debajo del manto freático, se lleva a cabo la descomposición anaeróbica, la cual eleva su peso volumétrico hasta 1.8 ton/m^3 .

b. Composición Física

b.1 Materiales Combustibles y del Suelo

Comparando la proporción de los materiales combustibles de las capas superficial, intermedia e inferior, se observa que los **combustibles materiales** representan en promedio **29.8%**, **17.6%** y **14.5%** en las capas superficial, intermedia e inferior, respectivamente. Se muestra que debido a que la capa superficial descompone lentamente los residuos ahí enterrados, la proporción de materiales combustibles en la capa superficial es más grande que la de las capas intermedia e inferior.

Si se compara la proporción de los materiales del suelo de las capas superficial, intermedia e inferior, se observa que los **materiales del suelo** representan en promedio **48.6%**, **51.6%** y **56.6%** en las capas superficial, intermedia e inferior, respectivamente. Se muestra que debido a que la capa superficial descompone lentamente los residuos ahí enterrados, la proporción de materiales del suelo en la capa superficial es más grande que la de las capas intermedia e inferior.

Por otro lado, se calcula que ya que las capas intermedia e inferior se encuentran debajo del manto freático, se lleva a cabo la descomposición anaeróbica de los materiales combustibles para reducir la proporción de los mismos y convertirlos en material para el suelo.

b.2 Materiales no Degradables

Si se compara la proporción de los materiales no degradables (como los metales, el vidrio y los plásticos) de las capas superficial, intermedia e inferior, se observa que estos materiales representan en promedio 21.7%, 30.9 y 28.9% en las capas superficial, intermedia e inferior, respectivamente. Se muestra que la proporción de materiales no degradables en la capa superficial es menor que en la capa intermedia e inferior. Se estima que ya que las capas intermedia e inferior se encuentran debajo del manto freático, se lleva a cabo la descomposición anaeróbica de los materiales combustibles para convertirlos en agua, gases y materia para el suelo, lo cual en consecuencia reduce la proporción de los materiales combustibles y aumenta la proporción de materiales no degradables en las capas intermedia e inferior.

3.6.4.2 Antigua/Intermedia/Nueva (Etapa I, II y III)

a. Composición Física

Comparando la proporción de materiales combustibles de la Etapa I, II y III, se encuentra que los materiales combustibles representan en promedio 16.5%, 23.4% y 21.9% en la Etapa I, II y III respectivamente.

Si se compara la proporción de materiales no degradables de la Etapa I, II y III, se encuentra que los materiales no degradables representan en promedio 34.0%, 26.1% y 21.4% en la Etapa I, II y III respectivamente. Se observa que los materiales no degradables en las celdas más viejas (Etapa I) son más que en las celdas de edad media (Etapa II) y que en celdas más nuevas (Etapa III). Se estima que las celdas más antiguas tardan más en descomponer los materiales combustibles. Se lleva a cabo la descomposición para convertir los materiales combustibles en agua (H₂O), gases de relleno (CH₄, etc.) y en material para el suelo, lo cual a su vez reduce la proporción del contenido de materiales combustibles y paralelamente aumenta la proporción de materiales no degradables en celdas más antiguas.

3.6.4.3 Estabilización del Relleno

En virtud de que los resultados obtenidos anteriormente muestran que la capa superficial o las partes del relleno recién aplicadas se descomponen lentamente, se sugiere que la recirculación de los lixiviados acelerará la descomposición de los residuos enterrados y posteriormente estabilizará el relleno.

3.6.5 Conclusión

En general, el reuso del relleno tiene los dos objetivos siguientes:

- recuperación de subproductos y
- recuperación de espacio.

Por otra parte, la extracción del relleno enfrentaría el problema de

- volver a disponer los materiales rechazados del reuso del relleno.

a. Recuperación de Subproductos

La recuperación de subproductos puede referirse a lo siguiente:

- recuperación de los materiales valiosos (como los metales) o
- la recuperación de los materiales del suelo (como composta, tierra para la cubierta de relleno).

a.1 Recuperación de los Materiales Valiosos

La investigación reveló que la proporción de materiales valiosos en los residuos sepultados es substancialmente pequeña (por ejemplo, el aluminio y el hierro que se recuperaron en la investigación fue menor a 2% del total). Por lo tanto, se puede concluir que la recuperación de los materiales valiosos (como los metales) a partir de la extracción del relleno no es factible ni debe practicarse, si se analiza lo siguiente:

- las obras de excavación del relleno son costosas, en la búsqueda de aluminio y hierro y debido a que hay que volver a disponer de los materiales rechazados, y
- las tareas de reciclaje para el aluminio y el hierro las llevan a cabo actualmente los ciudadanos, los recolectores y los trabajadores de las P/S en el DF.

a.2 Recuperación de los Materiales del Suelo

La investigación reveló que la proporción de materiales del suelo en los residuos sepultados es substancialmente grande (la tierra y el lodo representan más de 50% del total).

Los análisis de laboratorio de las muestras revelaron lo siguiente.

- El promedio de 18 muestras se encuentra dentro del nivel de concentración permisible en cada parámetro para la aplicación y uso agrícola. Para 7 de 11 parámetros (Cd, Cr, Ni, Pb, As, Se, PCB), las 18 muestras se encuentran dentro de los niveles permisibles. Para el resto de los 4 parámetros (Cu, Mo, Zn, Hg) sólo una muestra de 18 excede el nivel permisible. El nivel de contaminación de los materiales del suelo en los rellenos se encuentra dentro del rango permitido para su uso agrícola.
- Respecto al pH, todas las muestras tienen un rango de 7 a 9. El suelo puede usarse para la agricultura en virtud de su acidez o alcalinidad.
- Respecto a la proporción C/N, tiene un amplio rango de 11 a 400, siendo su promedio de 100. Se piensa que el contenido de carbono de las muestras con una proporción elevada de C/N todavía pueden descomponerse con más tiempo. Por otra parte, para ajustar la proporción C/N a un nivel apropiado, quizás sea necesaria la aplicación de nitrógeno.

Se necesitará discutir si los materiales recuperables del suelo de los rellenos en el DF pueden utilizarse para la agricultura o únicamente para usos no agrícolas.

a.3 Materiales del suelo para Uso Agrícola o No Agrícola

El reglamento US-EPA (Sewage Sludge Use and Disposal Regulations: Part 503 Standards) especifica que:

- si el fango cumple con los límites de concentración de metales de "alta calidad", se puede aplicar a la tierra, siempre y cuando la proporción de aplicación no exceda los "niveles de carga de contaminantes anuales".

Por lo tanto, los "niveles de carga de contaminantes anuales" (kg./hab./día) pueden restringir la cantidad de la aplicación agrícola, en virtud del tamaño del terreno al que se le van a aplicar los materiales del suelo a partir del reuso del relleno.

Incluso si se utiliza excremento o abono para la aplicación de nitrógeno y así ajustar la proporción C/N, es necesario tomar otras medidas para controlar el nivel bacteriológico (el nivel de coliformes fecales). De lo contrario, los materiales del suelo con un nivel bacteriológico alto (más de 1,000 coliformes fecales por gramo) también estarán sujetos a la restricción sobre el uso agrícola de la siguiente manera (Sewage Sludge Use and Disposal Regulations: Part 503 Standards):

- los cultivos de alimentos que les sea aplicado el fango no pueden ser cosechados durante un período de 14 a 38 meses posteriores, dependiendo del tipo de cultivo cosechado y el método de aplicación;
- los pastizales que les sea aplicado el fango no pueden ser utilizados para pastoreo durante 30 días;
- las áreas con césped no pueden ser segadas durante 12 meses después de la aplicación; y
- los terrenos públicos que les sea aplicado el fango tendrán el acceso restringido durante 30 días en áreas de baja exposición y hasta un año en áreas de alta exposición.

En consecuencia, debido a la calidad de las muestras, los materiales del suelo provenientes del "reuso del relleno" pueden ser utilizados para propósitos agrícolas bajo condiciones tales como los "niveles de carga de contaminantes anuales" (kg./hab./día) y el "nivel bacteriológico". Por otro lado, será necesario el costo adicional de los análisis de laboratorio para las muestras del suelo, para poder verificar que tal tierra es segura para utilizarla en propósitos agrícolas.

Por otra parte, en el caso de usos no agrícolas, "los materiales del suelo extraído del relleno" pueden utilizarse de la siguiente manera:

- cubierta para el relleno y
- acondicionador de la tierra para una zona no boscosa sin huertos o una vegetación sin pastoreo.

Sin el costo de los análisis de laboratorio.

a.4 Control del Olor de los Materiales del Suelo

Una desventaja mayor de los materiales del suelo de "reuso del relleno" es el olor penetrante, el cual se percibió durante los trabajos de investigación en campo. Ya que la descomposición de los materiales en el relleno se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas, los materiales del suelo extraídos de nueva cuenta a través de la "extracción del relleno" tienen un olor penetrante. Por lo tanto, se necesitan algunas medidas (tales como el aireado) para reducir estos olores de los materiales recuperados del reuso del relleno, después de separar los materiales rechazados (como el plástico) y antes de aplicar composta o tierra de cubierta para el relleno.

b. Recuperación de Espacio

Tal y como se mencionó arriba, la proporción de los materiales del suelo en los residuos sepultados es primordialmente grande (la tierra y el lodo representan más de 50% del total). Por lo tanto, si se extraen los materiales del suelo para utilizarlo en otros propósitos (como cubierta para relleno o acondicionador del suelo para las áreas verdes), se podría recuperar hasta 50% de espacio.

En teoría, si se comparan los valores económicos de espacio recuperados de

- Bordo Poniente Etapa I, II y III (rellenos antiguos sin membrana impermeable)
- Bordo Poniente Etapa IV y V (nuevos rellenos con membrana impermeable)

el espacio recuperado en los **rellenos con membrana impermeable** tendrá un valor mucho mayor que el de los **rellenos sin membrana impermeable**.

Esto se debe a que si se utiliza en el futuro un espacio recuperado en la **Etapa I, II o III** para relleno, se tendría que instalar una nueva membrana inferior impermeable (Etapa I, II, III) para poder cumplir con las normas ambientales actuales. Por otro lado, si se recupera espacio en la Etapa IV y V para utilizarlo en el futuro para relleno, el espacio recobrado tiene ventajas económicas ya que está exento del costo de la impermeabilización, pues ya existe el recubrimiento debajo del espacio recuperado.

c. Re - disposición de otros Productos

Por otra parte, después de que se han recuperado los materiales del suelo, otros productos rechazados como el plástico deben ser eliminados. Se anticipa que los costos adicionales para la re - disposición de estos materiales serán altos.

3.6.6 Recomendaciones y Notas de Conclusión

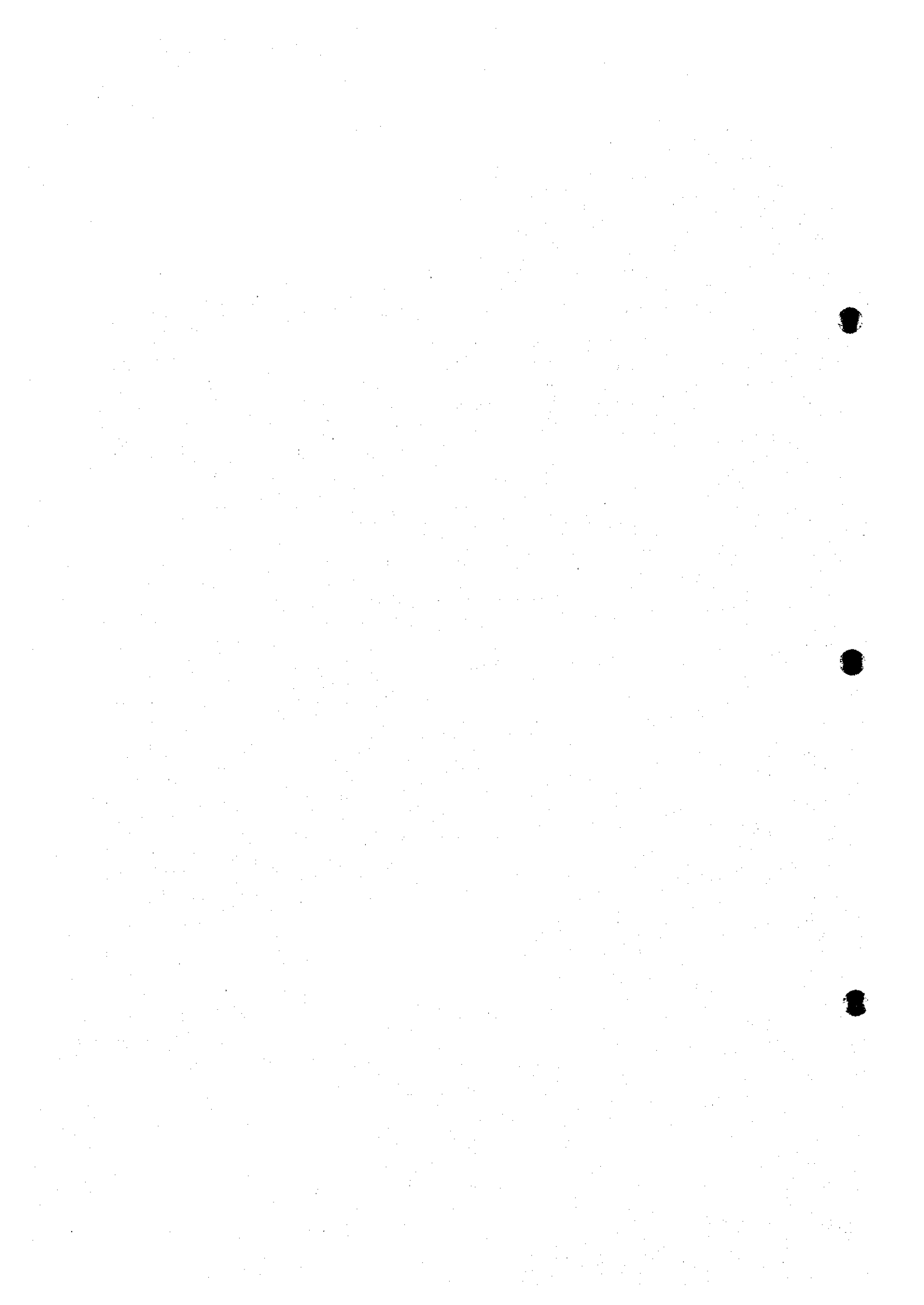
En virtud de las conclusiones enlistadas anteriormente, el "reuso del relleno" actualmente no es recomendable. Sin embargo, en el futuro (posiblemente después del año meta 2010 establecido en el estudio) puede volverse funcional y factible.

Los posibles escenarios en el futuro pueden ser los siguientes:

- Si se introduce una instalación para el compostaje en hileras como el Nuevo Tratamiento Intermedio para el DF en el futuro, tal y como lo propone uno de los proyectos del E/F, esta planta puede ser utilizada paralelamente por la operación de la extracción de relleno para el proceso de aireado de los materiales del suelo, para poder eliminar los olores penetrantes. Otra posibilidad en el futuro es que la extracción del relleno se convirtiera en una función auxiliar de la producción de composta en hileras.
- La preparación de disposición separada de únicamente residuos orgánicos a partir de ahora podría ser otro escenario posible, para reducir el costo posible de la re - disposición de los materiales rechazados en el reuso del relleno; y
- Si en el futuro los costos del relleno son más altos que ahora, esto ocasionará que la tecnología para el reuso del relleno se haga más factible debido a los méritos de la recuperación de espacio.

Capítulo 4

Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos



4 Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos

4.1 Historia del Manejo de Residuos Sólidos

4.1.1 Historia de la Recolección y Tratamiento

A fines del siglo XIX se confirió el servicio de limpia a los inspectores de policías; para tal encargo se les otorgaron mulas y carros de limpia y se establecieron ordenamientos sobre los sitios donde se ubicarían los basureros.

En 1934 se formó el Sindicato Único de Trabajadores del Distrito Federal, con 1,600 afiliados.

En 1941 se promulgó el Primer Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal con el que se trabajó hasta 1988.

En 1946 la Oficina de Limpia se responsabilizó del barrido y la recolección de basura en las calles.

En 1976 la Oficina de Recolección y Tratamiento de Basura pasa a formar parte de la nueva Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), convirtiéndose en un organismo de apoyo a las oficinas de limpia y transporte de las delegaciones. En 1977 se descentralizan las funciones de la DGSU, por lo que ésta desaparece.

En 1984 vuelve a conformarse la DGSU, entonces se da impulso y se fortalece el sistema de transferencia, mediante la adquisición de equipamiento y la construcción de nuevas instalaciones.

A pesar de que los residuos a recolectarse se han quintuplicado desde 1950, cuando aproximadamente 3.96 millones de habitantes producían alrededor de 2,000 ton/día, los cambios que se han hecho en recolección han sido mínimos. Desde entonces, algunas delegaciones han realizado diversos intentos para modificar las rutas de recolección; encaminados a que se efectúen paradas fijas con horarios de recolección. Estos esfuerzos no han fructificado, ya que los choferes deciden sus propias rutas de recolección y la distribución de las ganancias por propinas y/o venta de materiales, y no desean coadyuvar en esta mecánica.

4.1.2 Tratamiento y Disposición Final

La historia moderna del sistema de tratamiento y disposición final en el DF se encuentra resumida en la Figura 4-1.

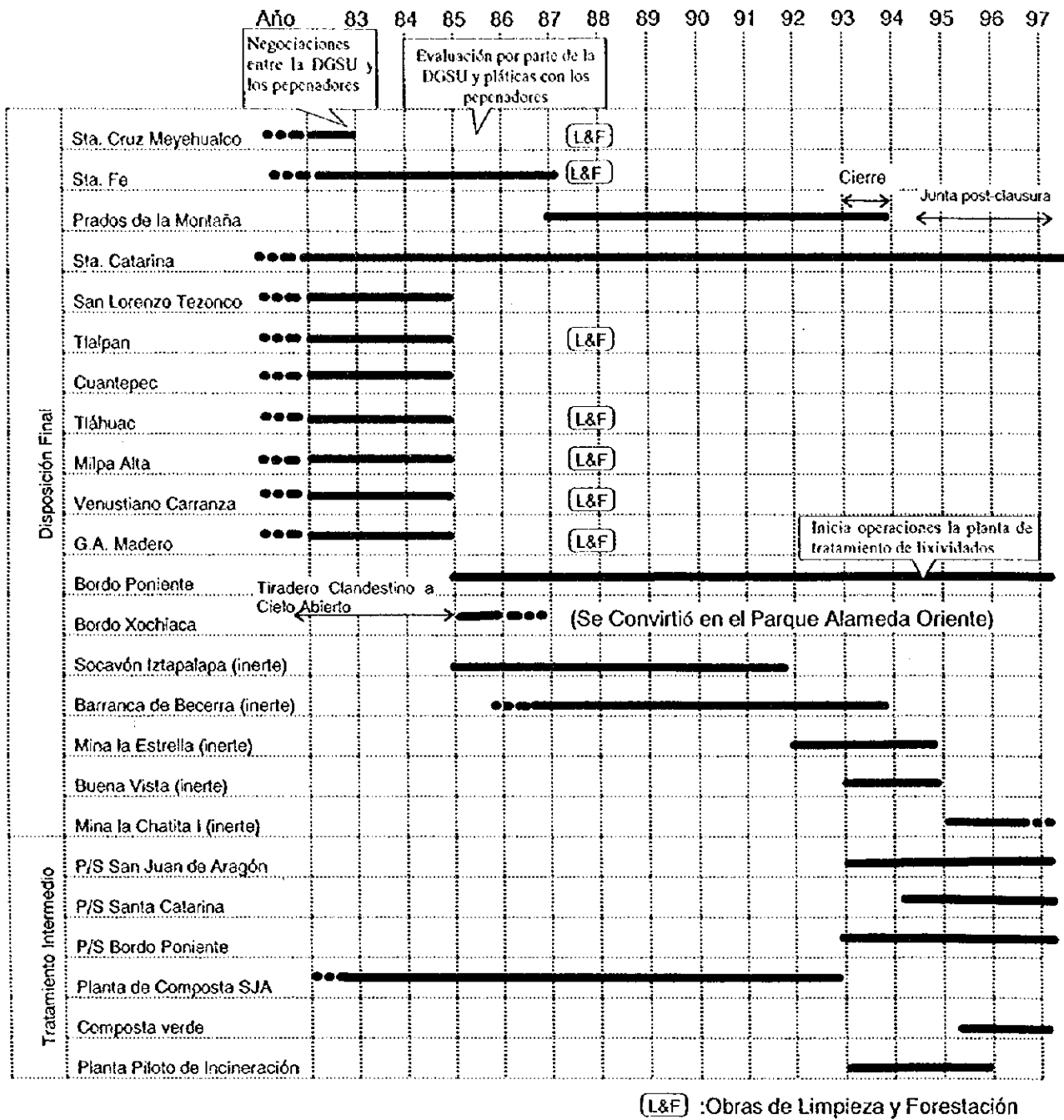


Figura 4-1: Tratamiento y Disposición en los Últimos 15 Años

4.2 Flujo de Residuos

4.2.1 Introducción

a. Delineamiento del Flujo de Residuos

Existen varias características del flujo de los residuos sólidos en el DF:

1. Las delegaciones recolectan los residuos en la fuente y los transportan a las estaciones de transferencia, las Plantas de Selección (P/S) o directamente a los sitios de disposición final, mientras que la DGSU transporta los residuos de las estaciones de transferencia a las P/S o sitios de disposición final, y el desecho de las P/S a los sitios de disposición final.
2. Los residuos que son recolectados por la iniciativa privada siguen las mismas rutas que los recolectados por las delegaciones.
3. En las P/S que maneja la DGSU, se recuperan los materiales reciclables comercializables en la ciudad y sus alrededores y los que no se transportan posteriormente a los sitios de disposición final.
4. Los residuos generados por los hospitales del DF son recolectados por la iniciativa privada. Los residuos domésticos se llevan directamente a los sitios de disposición final, mientras que los residuos biológico - infecciosos son desinfectados primero y luego transportados a los sitios de disposición final a celdas especializadas, y los residuos altamente infecciosos son incinerados.
5. La DGSU recolecta los residuos de tiraderos clandestinos en el DF y los lleva a los sitios de disposición final. Por lo general se encuentran tiraderos clandestinos en los siguientes lugares:
 - Cruce de calles y avenidas;
 - Lotes baldíos;
 - Barrancas; y
 - Valles.

Debe observarse que debido a que no existen muchos ríos o canales de drenaje abiertos.

6. La auto - disposición de los residuos en los hogares, fundamentalmente en zonas semi - rurales, se realiza mediante la quema, entierro y una mínima parte se destina a la composta.
7. Se practica pre - prepeña durante el proceso de recolección y tratamiento intermedio. Los materiales que más se recuperan incluyen chácharas, chatarra y las latas de aluminio, cartón, papel y plásticos. La recuperación de estos materiales la realizan las siguientes personas:
 - La recolección de residuos por parte del personal recolector;
 - Los barrenderos en sus tambos móviles;
 - Los ex - pepenadores.

Si se toman en cuenta estas características, se muestra entonces el flujo de los residuos en la Figura 4-2.

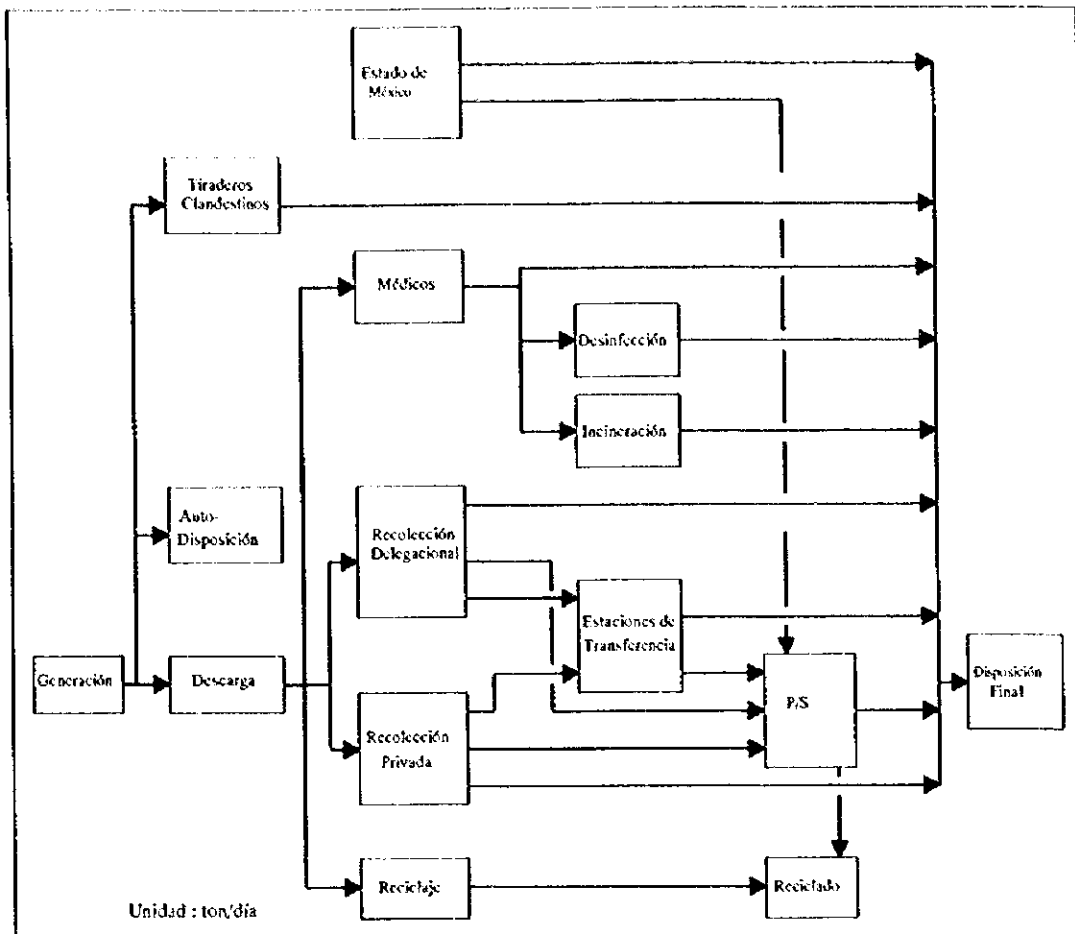


Figura 4-2: Flujo Actual de Residuos

b. Terminología para el Flujo de Residuos

Se muestra a continuación la terminología específica para el Flujo de Residuos de la Figura 4-2.

- **Generación**

La "generación" de residuos es la cantidad producida de residuos.

- **Residuos en tiraderos clandestinos**

Los "tiraderos clandestinos" son los residuos que se depositan en lugares donde no deberían ser abandonados.

- **Auto - disposición**

Son los residuos que se generan en los hogares y allí mismo eliminan a través de ciertos procesos como la quema, entierro o elaboración de composta en zonas rurales.

- **Recolección por parte de las delegaciones**

Es la recolección de residuos de domicilios, servicios y comercios recolectados por las delegaciones del DF.

- Recolección por parte de la Iniciativa Privada

Es la cantidad de residuos recolectados por empresas privadas.

- Reciclaje

Residuos que son pre - pepenados durante el proceso de recolección o recuperados en las P/S.

- Estación de Transferencia

Es una instalación en la que se transfieren los residuos recolectados en camiones para este fin, tanto de la delegación como de empresas a un vehículo para transporte de residuos con capacidad de 70 m³.

- P/S

Una "P/S" es una instalación en la que se recuperan materiales aprovechables de los residuos recolectados.

- Disposición Final

El sitio de "disposición final" es un sitio donde se depositan los residuos recolectados y los desechos que provienen de las P/S.

- Estado de México

Una parte importante de los residuos generados en 11 municipios de la zona conurbana del Estado de México son transportados a los sitios de disposición final que opera la DGSU. Los residuos provienen principalmente de los siguientes municipios:

- Atenco
- Chalco
- Chiautla
- Chinconcuac
- Cuautitlán Izcalli
- Ecatepec
- Ixtapaluca
- Nezahualcóyotl
- La Paz
- Texcoco
- Valle de Chalco

4.2.2 Composición de los Residuos y Tasa de Generación

a. Composición de los Residuos

La DGSU ha estado investigando la composición de los residuos generados en cinco sectores y 19 sub - sectores del DF, como muestra la Figura 4-3. Los residuos se clasifican en 35 tipos y los datos obtenidos se utilizan para el control del MRS.

Por lo tanto, el presente estudio muestra la misma clasificación de residuos que la de la DGSU.

El Cuadro 4-1 es el resultado de la investigación de la composición de los residuos por parte de la DGSU.

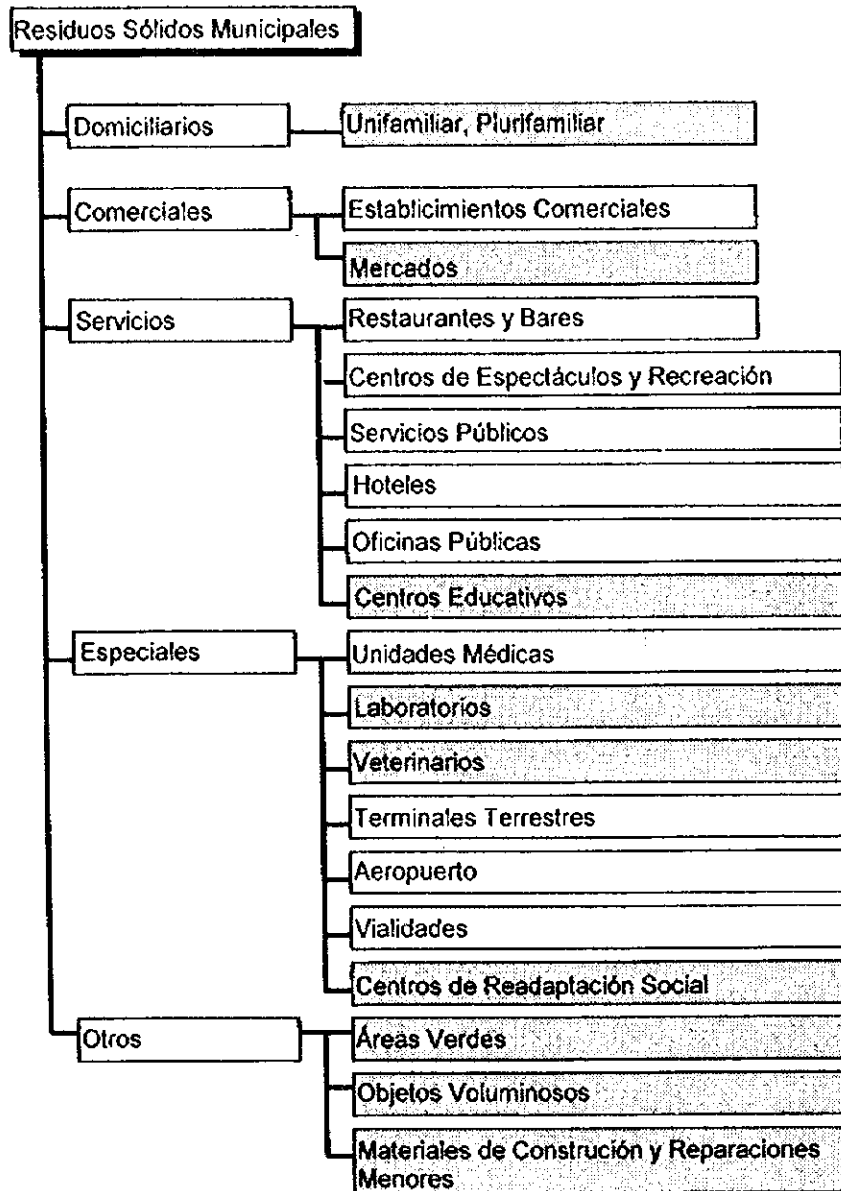


Figura 4-3: Sectores y Sub - Sectores de la Fuentes de Residuos

Cuadro 4-1: Composición de los Residuos

(unidades: %)

Subproductos	Domésticos			Comercios				Servicios				Otros			Total					
	Unifamiliar y plurifam.	Establecim. comerciales	Mercados	Restaurantes y bares	Centros de espectáculo y recreación	Servicios públicos	Hotels	Otros. públicas	Centros educativos	Unidades médicas	Laboratorios	Veterinarios	Terminales terrestres	Terminal aérea		Vialidades	Centros de readaptación social	Áreas verdes	Objetos voluminosos	Nat. de Cont. Rep. Menores
1 Abatrelenguas	2.15	0.07	0.83	5.97	11.04	0.38	0.03	2.99	0.17	1.97	10.38	5.57	4.34	5.31	5.06	4.00			0.03	
2 Algodón	5.36	11.51	5.29	0.02		23.18	3.77	11.20	8.98	8.30	8.01	2.56							1.30	
3 Cartón	0.11					3.69			0.04										6.68	
4 Cuero	1.97	1.97	2.22	1.43	5.18	1.98	0.76		6.05	1.07		0.69	0.55		0.52	3.12			0.11	
5 Envase de cartón	0.06	1.79	2.63			1.13	0.08	0.01	0.78	0.20									1.91	
6 Fibra dura veg.	1.43	0.29	0.89	0.04			0.01	0.24		0.27	3.10	5.94							0.69	
7 Fibra sintética										3.77	5.74	0.38							0.85	
8 Gasa	0.08	0.44	1.11			0.21			0.67	0.07									0.05	
9 Hueso	0.20	1.07	0.16			0.36	0.18		1.33	2.07									0.27	
10 Hule									0.83	0.07									0.37	
11 Jeringa desechable										2.80	1.31	1.38							0.04	
12 Latas	1.58	0.31	1.47	0.25	1.23	3.10	0.52		4.89	1.75		2.31	4.53	3.17	4.77				1.24	
13 Loza y cerámica	0.37	0.12	0.09	0.45	0.29		0.18		2.01	0.43		4.82	0.29						0.30	
14 Madera	0.10	1.20	1.17	0.67		6.72			3.92				1.24						1.53	
15 Mat. de construc.	0.63			0.52	0.09		2.89		0.01	0.43									2.14	
16 Material ferroso	1.39	2.59	0.07	0.92	5.65	0.71	1.79	0.15	0.40	1.90		0.69							2.56	
17 Mat. no ferroso	0.06	0.51				1.30		6.54		0.07	1.18	1.31							0.49	
18 Papel bond	1.19	5.31	1.87	1.54	3.57	18.75	9.21	37.61	14.33	6.57	17.23	9.88	9.10	6.41	3.11				4.41	
19 Papel periódico	4.61	5.95	4.54	0.95	3.17	15.50	5.24	11.91	6.99	4.37	11.97	20.64	6.07	15.34	7.73				4.96	
20 Papel sanitario	8.78	1.94	4.27	3.40	9.59	4.20	8.16	1.99	10.72	11.00	9.62	7.38	15.20	8.92	4.65				5.89	
21 Papel desechable	3.37	0.14		0.08	0.09	0.32	0.89		0.30	1.43			1.94						1.62	
22 Placa radiológica	6.24	5.38	1.50	3.08	7.13	2.14	3.58	0.16	1.95	3.27		0.44	5.34	3.91	2.00				0.00	
23 Plásticos de película	4.33	3.94	2.96	1.26	15.34	1.39	1.69	0.88	2.69	0.97	8.64	1.63	3.08	5.46	1.26				4.53	
24 Plástico rígido	0.16	0.11	0.08	0.03		2.70			0.67	0.76	2.17	2.56							3.49	
25 Polietileno	0.78	0.12	0.46	0.35	0.72	1.85	0.16	0.11	0.46	1.70	2.27	1.06	1.10	1.18					0.16	
26 Poliuretano expand.	34.66	38.73	63.08	74.43	16.17	5.71	43.23	21.22	16.02	26.96	1.74	3.31	30.44	16.32	42.49				0.58	
27 Residuos alimenticios	5.12	0.15	0.05	0.08	0.42	0.59	3.66	0.30	6.32	1.30	1.89	0.56		1.53	7.46				37.70	
28 Residuos de...									0.63		1.61		0.01		2.00				3.18	
29 Toallas sanitaria	0.64	0.20	0.30	0.12	1.14		1.72	0.04	0.63	0.50				4.88	3.00				0.04	
30 Trajo								0.31	1.02	0.36	1.84								1.22	
31 Vendas	4.00	1.77	0.30	1.53	4.67	2.81	3.09	0.26	2.44	0.36	4.86	2.00	3.45	8.07	0.42				0.01	
32 Vidrio de color	6.77	5.18	0.44	2.82	11.76	1.28	8.52	0.76	4.66	6.70	3.05	0.94	7.79	7.14	0.95				2.62	
33 Vidrio transparente	1.21	0.07	3.97	0.03	2.75		0.26	0.01	0.73	5.03	0.03			5.61					4.61	
34 Residuo fino	2.66	8.97	0.25	0.03		0.38	0.38	2.11	0.83	1.13	3.36	23.95	5.53	8.75	19.35				1.71	
35 Otros																				3.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

b. Tasa de Generación

Se muestra en el Cuadro 4-2 la tasa de Generación en cada fuente. Este estudio fue realizado por la DGSU. El presente trabajo utilizará la misma proporción de generación.

Cuadro 4-2: Generación Unitaria

Tipos de Fuente Generadoras	Subclasificación	Generación Unitaria de Residuos Sólidos	
Domiciliarios	Unifamiliar, Plurifamiliar	0.616	kg/Habitante/Día
Comerciales	Establecimientos Comerciales		
	- Tiendas de Autoservicio	637.000	kg/Establecimiento/Día
	- Tiendas Departamentales	368.000	kg/Establecimiento/Día
	- Locales Comerciales	6.650	kg/Local/Día
	Mercados		
	- Carnes	4.430	kg/Local/Día
	- Frutas y Legumbres	7.920	kg/Local/Día
	- Abarrotes	1.025	kg/Local/Día
	- Preparación de Alimentos	14.960	kg/Local/Día
	- Varios	0.803	kg/Local/Día
- Mercado Sobre Ruedas-Tianguis	575.800	kg/Tianguis/Día	
Servicios	Restaurantes y Bares	25.442	kg/Establecimiento/Día
	Centros de Espectáculos y Recreación		
	- Centros de Espectáculos	1.230	kg/Empleado/Día
	- Instalaciones Deportivas	2.620	kg/Empleado/Día
	- Centros Culturales	0.330	kg/Empleado/Día
	Servicios Públicos		
	- Oficinas de Servicios	3.460	kg/Establecimiento/Día
	- Servicios de Reparación y Mantenimiento	1.940	kg/Establecimiento/Día
	- Estaciones de Gasolina	53.120	kg/Establecimiento/Día
	Hoteles		kg/Establecimiento/Día
	- 5 Estrellas	1,016.900	kg/Establecimiento/Día
	- 4 Estrellas	218.500	kg/Establecimiento/Día
	- 3 Estrellas	16.810	kg/Establecimiento/Día
	Centros Educativos		
	- Preescolar	0.040	kg/Alumno/Día
	- Primaria	0.055	kg/Alumno/Día
	- Capacitación Para el Trabajo	0.060	kg/Alumno/Día
- Secundaria	0.065	kg/Alumno/Día	
- Técnico	0.060	kg/Alumno/Día	
- Bachillerato	0.060	kg/Alumno/Día	
- Superior	0.070	kg/Alumno/Día	
- Oficinas Públicas	0.413	kg/Empleado/Día	
Especiales	Unidades Médicas		
	- 1er. Nivel	1.279	kg/Consultorio/Día
	- 2do. Nivel	4.730	kg/Cama/Día
	- 3er. Nivel	5.390	kg/Cama/Día
	Laboratorios	6.340	kg/Laboratorio/Día
	Veterinarias	1.700	kg/Empleado/Día
	Terminales Terrestres	2,103.000	kg/Central/Día
	Terminal Aérea	28,887.000	kg/Aeropuerto/Día
	Vialidades	125.530	kg/km/Día
	Centros de Readaptación Social	0.540	kg/Interno/Día
Otros	- Áreas Verdes	0.00993	kg/m ² /Día
	- Objetos Voluminosos	28.850	kg/Ton-Residuos Sólidos/Día
	- Materiales de Construcción y Reparaciones Menores	20.850	kg/Ton-Residuos Sólidos/Día

4.2.3 Análisis del Flujo de Residuos

Se calculó y resumió la cantidad de residuos de cada componente para determinar el flujo de residuos según se muestra en la Figura 4-4.

Se reveló que los residuos generados en el DF en 1997 totalizaron 11,422 ton/día y que los residuos del Estado de México fueron de 777 ton/día. Se reciclaron 1,929 ton. de residuos diariamente y se pusieron 10,276 ton/día.

Respecto a la recolección de residuos, la DGSU recolectó 8,867 ton/día de residuos, mientras que el sector privado recolectó 912 ton/día. Se llevaron 8,558 ton/día de residuos del total de esos dos conceptos a las estaciones de transferencia, antes de dirigirse a los sitios de disposición final.

Las P/S recibieron 4,913 ton de residuos por día, de las cuales 496 ton. fueron recuperadas.

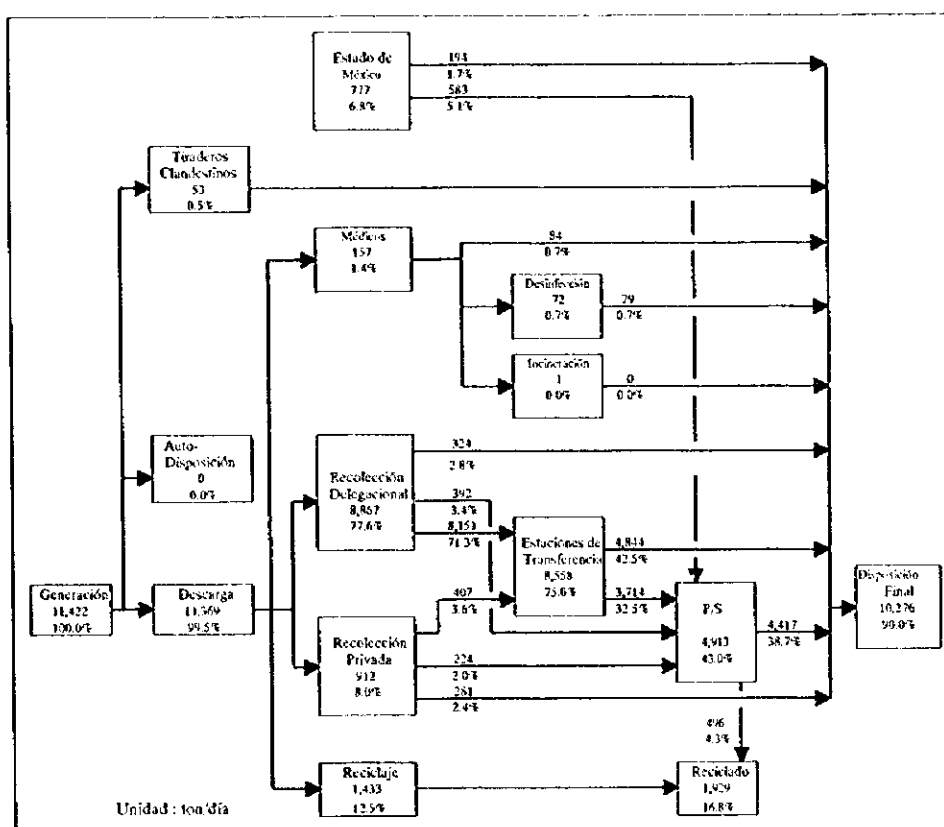


Figura 4-4: Flujo de Residuos en 1997

4.3 Sistema Técnico

4.3.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento

a. Almacenamiento en Casas Habitación

Existe una clara correlación entre el tipo de almacenamiento domiciliario que se utiliza y el nivel socioeconómico del usuario.

De tal forma que en los barrios y colonias populares, los recipientes para almacenamiento de residuos, difícilmente cumplen con las características sanitarias que demanda este tipo de equipamiento, como son su fácil maniobrabilidad, capacidad adecuada, hermeticidad, limpieza fácil y ligera; de hecho, es común observar el uso de costales, canastos, carretillas, cajas y todo tipo de recipientes inadecuados para el almacenamiento de la basura.

En cambio, en estratos socioeconómicos con mayor poder adquisitivo, se le da mayor atención al recipiente utilizado para almacenar los residuos, por lo que se utilizan recipientes de plástico con tapa, con capacidad adecuada, para almacenar hasta por dos días la basura, fabricados expresamente para dicha función, utilizando bolsas plásticas en su interior, para desalojar la basura con mayor comodidad e higiene.

b. Almacenamiento en otras Fuentes

En áreas e instalaciones de gran generación, es muy común el empleo de contenedores metálicos o cualquier otro material, de grandes dimensiones, pudiendo ser móviles o estacionarios. Sus volúmenes varían normalmente de 1 a 3 m³ de capacidad, aunque existen otros de dimensiones mucho mayores, de hasta 6 m³. Su manejo requiere de vehículos especializados y en ocasiones, de mucha sofisticación. Los sistemas de carga de estos contenedores, pueden ser mecánicos, hidráulicos, neumáticos, predominando los sistemas hidráulicos.

4.3.2 Sistema de recolección y transporte

La recolección de los residuos municipales generados es responsabilidad de las delegaciones correspondientes, y la mayor parte de éstos son entregados por la Sección 1 a las estaciones de transferencia que maneja la DGSU (con la excepción de los residuos que son llevados directamente por las delegaciones a los sitios de disposición final o Plantas de Selección (P/S), debido a la cercanía).

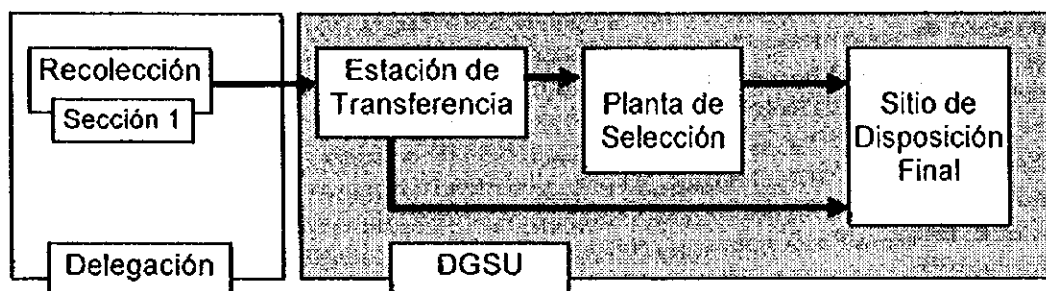


Figura 4-5: Sistema de Recolección y Transporte Actual

Sin embargo, en julio de 1998, el GDF y la Sección 1 firmaron un acuerdo por medio del cual la Sección 1 retiraría su servicio de recolección de los mercados, escuelas primarias, conjuntos habitacionales públicos y parques a partir de enero de 1999. Se decidió en octubre de 1998 que las delegaciones estarán a cargo de emplear a sectores privados por medio de contratos para la recolección de residuos de esas instituciones públicas (conocidas a partir de ahora como "Subsistemas").

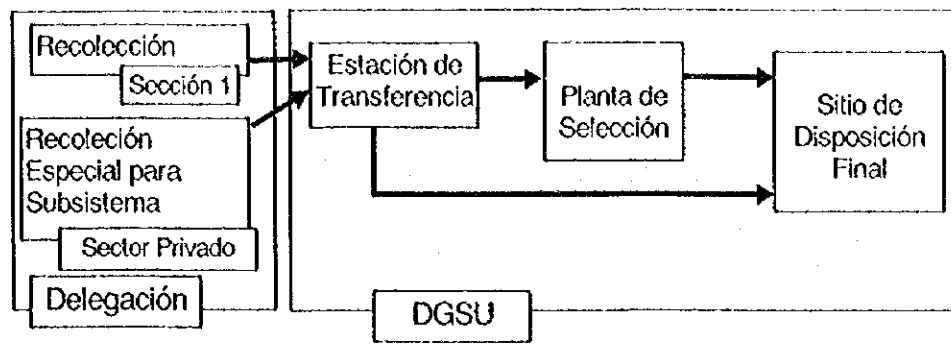


Figura 4-6: Nuevo Sistema de Recolección y Transporte

Los residuos que se llevan a las estaciones de transferencia pasan, después de ser revisados de manera visual, a alguno de los siguientes puntos:

- Plantas de Selección.
- Sitios de disposición final.

Se utilizan trailers con capacidad de 70m³ para transportar los residuos de la estación de transferencia a alguno de los dos destinos mencionados.

4.3.2.1 Sistema de Recolección

a. Método de Recolección

Por lo que se refiere a los métodos de recolección, se puede decir que persiste hasta nuestros días todavía con mucha popularidad, el método de esquina (con campana), aunque también existe el intradomiciliario, el de acera, el de puerta por puerta y el de parada fija.

Los barrenderos comienzan su jornada a partir de las cinco de la mañana, aunque su horario oficial es de 7:00 a 15:00. De 5:00 a 7:00 barren las calles, y a partir de esa hora recogen la basura de las casas, separan los residuos más cotizables en el mercado y posteriormente los venden.

b. Vehículos de Recolección

Hasta 1998, el parque vehicular de recolección estaba integrado por más de 2,000 unidades, como se muestra en el Cuadro 4-3, en donde se observa que el mayor porcentaje lo constituyen los vehículos de recolección de caja rectangular que junto con los de carga tubular, ambos con mecanismo de compactación y de carga trasera, constituyen más de 50%.

Cuadro 4-3: Número de Vehículos de Recolección

Tipo Delegación	Cargador Frontal	Carga Trasera	Tipo rectangular	Tipo tubular	Camión de volteo	Mini-recolector	Total
Capacidad de carga	18m ³ , 6.5 t	12m ³ , 5.0 t	12m ³ , 4.5t* 16m ³ , 4.0t	12m ³ , 4.5t 16m ³ , 4.0t	8 m ³ , 2.5t 16m ³ , 4.0t	8m ³ , 3.0 t	
Álvaro Obregón	4	34	31	17	52		138
Azcapotzalco	7	63	32	34	4		140
Benito Juárez	4	22	66	38	4		134
Coyoacán	5	52	34	32	5		128
Cuajimalpa		10	8	9	4	6	37
Cuauhtémoc	12	94	44	75	26		251
Gustavo A. Madero	7	56	96	76	46		281
Iztacalco	1	37	14	15	25		92
Iztapalapa	2	50	85	42	32		211
M. Contreras		12	6	3	11	29	61
Miguel Hidalgo	3	46	43	37	44		173
Milpa Alta		1			22	3	26
Tláhuac		19	8	4	16		47
Tlalpan		39	21	9	14		83
V. Carranza	8	17	73	19	38	5	160
Xochimilco	6	12	15	6	10		49
Total	59	564	576	416	353	43	2,011

Fuente: PARQUE VEHICULAR DE RECOLECCION ASIGNADO A LAS DELEGACIONES POLITICAS, Enero, 1998, DGSU

Notas: 12m³, 4.5t* son sin mecanismo de compactación, 16m³, 4.0t con mecanismo de compactación

También es importante mencionar como se indica en el Cuadro 4-4, que de las 2,011 unidades, 1,078 presentaban un periodo de obsolescencia de más de 15 años, lo cual en teoría, deberían haber sido sustituidos en su oportunidad, no solamente por los elevados gastos de mantenimiento que registran, sino porque tecnológicamente implican un rezago que se traduce en ineficiencia y en elevadas cargas administrativas.

Cuadro 4-4: Años de Adquisición de los Vehículos de Recolección Actuales

	1965	1966	1967	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total	
Avaro Obregon		2	3	5	4			8		38	1	1	16					13	1			3	33	4	4	4	6	5	7	1	138	
Acapulzalco			10	3	2			8		11	3	11	28	1				7		5		6	9	2	14		14		6	1	140	
Benito Juarez	1		6	7	6			18	1	23	1	9	20				13					3	18	5	18	5	9		3	3	143	
Coyoacan		1	4	8	1			5		32	1		19				12		2	1		9	9	3	9	4	4	3	3	3	126	
Chajimilpa								1		5			5	2				4	1				2	1	1	4	15		3	3	45	
Cuauhtemoc	3	1	1	19	18	5	1	26	1	26	2		31	3	22		34					8	12	18	2		19		3	3	255	
Guaxvato A. Madero	2	3	10	29	6	1	1	11	1	77	12		33		5	1	2	7	22	7		9	4	15	10	2	11	7	1	13	280	
Iztacalco			4		1			5		4	3		16					2														85
Iztapalapa			13	4	7			12		23	1		19	7			9					5	30	65	2	1	7	13		8	225	
M. Contreras			1		1			6		2	2		5					2				3	8	2	1		6		3	3	42	
Miguel Hidalgo	1	1	8	20	4	1	10			37		1	17		5	1	19		8			7	4	20			1	3	1	3	168	
Milpa Alta													1	1	3			1				1	6	3		6	7		3	1	32	
Tlalhuac													5		5	1	3	1	5			2	4	3	3	2	14		3	3	54	
Tlalpón			1	3	2			6		9	1	17			4							2	13	6		2	2		4	4	72	
V. Carranza			4	8	1			5		18	5	2	29	5					1			6	39	31			4		3	3	161	
Xochimilco		1	2	1	1			2		7	1	1	13			1		2		2			7	2						3	45	
Total	4	4	9	85	107	42	4	126	6	312	33	23	274	18	40	4	92	39	43	13	2	66	171	199	44	31	126	25	60	9	2,011	
																															924	
																															2,011	

1,087

Fuente: PARQUE VEHICULAR DE RECOLECCION ASIGNADO A LAS DELEGACIONES POLITICAS, Enero, 1998, DGSU

c. Número de viajes diarios

El Cuadro 4-5 muestra el número de vehículos de recolección en condiciones de trabajar distribuidos en cada delegación. Por otro lado, el Cuadro 4-6 muestra la capacidad nominal de carga de cada tipo de vehículo y la capacidad de recolección de los vehículos en condiciones de trabajar.

Cuadro 4-5: Número de Vehículos en Condiciones de Trabajar por Delegación

	Cargador frontal	Carga trasera	Tipo rectangular	Tipo tubular	Camión de volteo	Mini-recolector	Total
Capacidad (ton/Viaje)	6	5	4.5	4.5	2.5	2	
Álvaro Obregón	4	34	12	6	31		87
Azcapotzalco	7	63	15	24	3		112
Benito Juárez	4	22	46	32	3		107
Coyoacán	5	52	16	17	3		93
Cuajimalpa		10	5	3	2	6	26
Cuauhtémoc	10	90	20	23	11		154
Gustavo A. Madero	7	55	28	35	28		153
Iztacalco	1	36	11	11	19		78
Iztapalapa	2	50	65	23	19		159
M. Contreras		12	3	2	7	29	53
Miguel Hidalgo	3	46	33	23	20		125
Milpa Alta		1			21	3	25
Tláhuac		19	4	4	12		39
Tlalpan		38	11	6	10		65
V. Carranza	8	17	52	11	31	5	124
Xochimilco	6	12	5	2	9		34
Total	57	557	326	222	229	43	1,434

Fuente: PARQUE VEHICULAR DE RECOLECCION ASIGNADO A LAS DELEGACIONES POLITICAS, Enero, 1998, DGSU

Cuadro 4-6: Capacidad de recolección (por viaje) de la flota de vehículos en condiciones de trabajar

	Cargador frontal	Carga trasera	Tipo rectangular	Tipo tubular	Camión de volteo	Mini-colector	Total (ton/día)
Álvaro Obregón	24	170	54	27	78	0	353
Azcapotzalco	42	315	68	108	8	0	540
Benito Juárez	24	110	207	144	8	0	493
Coyoacán	30	260	72	77	8	0	446
Cuajimalpa	0	50	23	14	5	12	103
Cuauhtémoc	60	450	90	104	28	0	731
Gustavo A. Madero	42	275	126	158	70	0	671
Iztacalco	6	180	50	50	48	0	333
Iztapalapa	12	250	293	104	48	0	706
M. Contreras	0	60	14	9	18	58	158
Miguel Hidalgo	18	230	149	104	50	0	550
Milpa Alta	0	5	0	0	53	6	64
Tláhuac	0	95	18	18	30	0	161
Tlalpan	0	190	50	27	25	0	292
V. Carranza	48	85	234	50	78	10	504
Xochimilco	36	60	23	9	23	0	150
Total	342	2,785	1,467	999	573	86	6,252

Fuente: PARQUE VEHICULAR DE RECOLECCION ASIGNADO A LAS DELEGACIONES POLITICAS, Enero, 1998, DGSU

Con base en la información anterior, los viajes diarios en promedio de los vehículos de recolección en las delegaciones se resumen en el Cuadro 4-7. Se hacen en promedio por el GDF cerca de 1.7 viajes/día, con un rango de 0.9 viajes/día en Azcapotzalco a 2.8 viajes/día en Iztapalapa. 10 delegaciones hacen menos viajes que el promedio del GDF.

Cuadro 4-7: Viajes Diarios en Promedio

	Cantidad de residuos generados en 1997 (ton/día)*	Capacidad de recolección de vehículos (ton/día)	Número de viajes
Álvaro Obregón	570	353	1.6
Azcapotzalco	498	540	0.9
Benito Juárez	613	493	1.2
Coyoacán	782	446	1.8
Cuajimalpa	135	103	1.3
Cuauhtémoc	1,221	731	1.7
Gustavo A. Madero	1,551	671	2.3
Iztacalco	444	333	1.3
Iztapalapa	1,994	706	2.8
M. Contreras	218	158	1.4
Miguel Hidalgo	647	550	1.2
Milpa Alta	73	64	1.1
Tláhuac	261	161	1.6
Tlalpan	681	292	2.3
V. Carranza	840	504	1.7
Xochimilco	347	150	2.3
Total	10,875	6,252	(valor medio) 1.7

Notas : *sin incluir los residuos de la Central de Abastos

4.3.2.2 Sistema de Transportación

a. Estación de Transferencia

Ante la necesidad de fortalecer y eficientar los servicios para el control de los residuos sólidos, es imprescindible contar con la infraestructura idónea que posibilite en el corto plazo, el mejoramiento y la uniformidad de tales servicios en todo el Distrito Federal. Parte fundamental de dicha infraestructura, son las estaciones de transferencia, y en la actualidad en la Ciudad de México existen 13 estaciones de transferencia.

Cuadro 4-8: Generalidades de las Estaciones de Transferencia

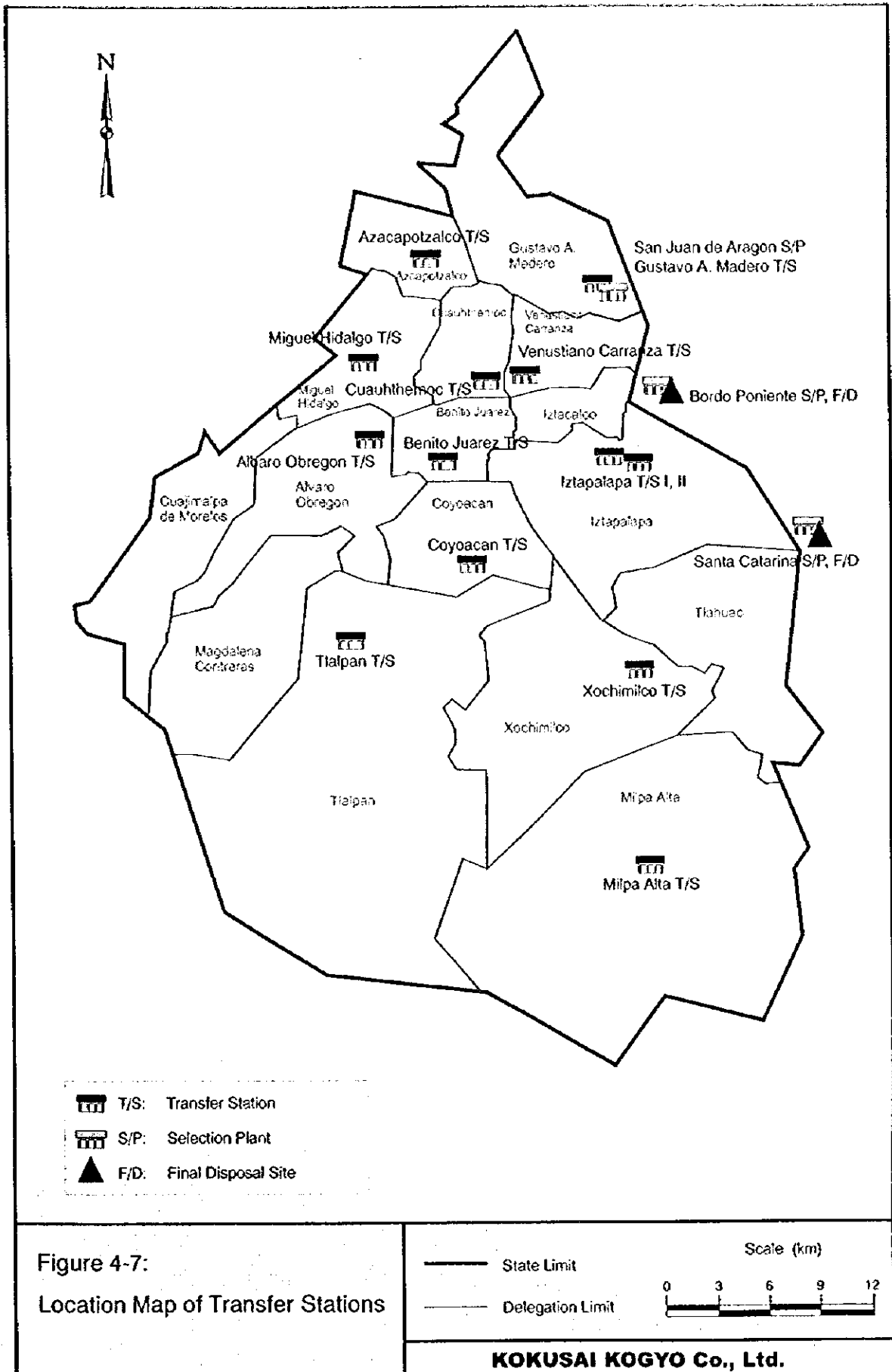
unidad: m²

Nombre	Área de instalaciones*	Superficie de piso *	Áreas verdes*	Cuerpo operativo
Álvaro Obregón	8,000	7,900	3,284	DGSU
Azcapotzalco	8,900	6,607	355	Delegación / DGSU
Benito Juárez	8,804	7,380	1,877	Delegación
Coyoacán	12,187	6,798	2,067	Delegación / DGSU
Cuauhtémoc	6,974	4,420	485	Delegación / DGSU
Gustavo A. Madero	3,000	2,800	5,717	DGSU
Iztapalapa I	9,949	6,746	1,638	DGSU
Iztapalapa II	8,871	4,563	467	DGSU
Miguel Hidalgo	6,426	4,400	570	Delegación / DGSU
Milpa Alta	24,335	5,020	11,395	DGSU
Tlalpan	6,516	6,208	332	DGSU
Venustiano Carranza	8,867	7,507	1,106	Delegación / DGSU
Xochimilco	1,500	1,100	500	Delegación / DGSU

Fuente: *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CD. DE MÉXICO, DDF

La delegación Iztapalapa cuenta con dos estaciones de transferencia; una de ellas (Iztapalapa II) maneja los residuos de la Central de Abastos exclusivamente.

Estas 13 estaciones de transferencia son manejadas por la DGSU o por una delegación, o por ambas. La operación práctica de las estaciones se otorgan por medio de contratos al sector privado.



El Cuadro 4-9 muestra la cantidad transferida en cada delegación. Sin embargo, ninguna de éstas cuenta con una báscula, por lo que las cantidades que entran y salen se calculan a partir del número de vehículos registrados y de su capacidad nominal (o a partir de sondeos empíricos). No existen a la fecha datos precisos acerca de las cantidades transferidas (que entran o salen).

Cuadro 4-9: Cantidades Transferidas

Nombre	Registro de Transferencia**(ton/día)
Álvaro Obregón	830
Azcapotzalco	728
Benito Juárez	no registrado
Coyoacán	1083
Cuauhtémoc	809
Gustavo A. Madero	416
Iztapalapa I	1000
Iztapalapa II	980
Miguel Hidalgo	584
Milpa Alta	49
Tlalpan	322
Venustiano Carranza	672
Xochimilco	408
Total	7,881

Fuentes: *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO, DDF
**Registro de operaciones de la P/S (Enero - Julio /1998), DGSU

b. Transporte

Los residuos sólidos municipales recolectados por las delegaciones se concentran principalmente en las 13 estaciones de transferencia y son transportadas con trailers de gran tamaño (70m³) a sus respectivos destinos (sitios de disposición final o Plantas de Selección: P/S). Como excepciones se pueden mencionar el transporte directo por parte de los vehículos recolectores debido a la cercanía con el sitio de destino. Los residuos no aprovechables de las tres P/S se vuelven a cargar en los trailers que los llevan a los sitios de disposición final. La DGSU concede estas tareas de transportación a la iniciativa privada. Los trabajos estipulados en el contrato se pagan con una tasa unitaria combinada (peso/km/ton) con base en la distancia que se recorre para transportar y el peso que se carga, de acuerdo con el Cuadro 4-10. Además de los trailers de 70m³, existen otras flotillas de transporte con capacidad de 17 m³, que se utilizan exclusivamente para el transporte de escombros.

Cuadro 4-10: Distancia desde el punto de Origen al Destino

(km)

Origen	Destino	Sitio de relleno		P/S		
		Bordo Poniente	Santa Catarina	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina
Est. de Transferencia	Álvaro Obregón	29.4	30.3	27.5	-	29.6
	Azcapotzalco	22.8	-	21.1	14.1	30.3
	Coyoacán	31.9	28.7	-	-	27.7
	Cuauhtémoc	19.5	23.4	17.8	-	22.5
	Gustavo A. Madero	13	-	-	-	-
	Iztapalapa I	16.3	17.8	14.7	-	16.7
	Iztapalapa II	16.1	17.6	14.5	-	16.5

Origen	Destino	Sitio de relleno		P/S		
		Bordo Poniente	Santa Catarina	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina
	Miguel Hidalgo	32.5	-	-	23.6	-
	Milpa Alta	42.4	-	-	-	-
	Tlalpan	43.3	40.0	41.6	-	40
	Venustiano Carranza	16.6	0.0	14.9	-	0.0
	Xochimilco	35.6	17.3	34.0	-	16.6
P/S	Bordo Poniente	2.0	-	-	-	-
	San Juan de Aragón	13.0	-	-	-	-
	Santa Catarina	26.9	-	-	-	-

Los trailers de transporte que se utilizan en estas obras son propiedad de varios sectores, como se muestra a continuación:

- El tractor y la caja pertenecen al sector privado;
- El tractor pertenece al sector privado, y la caja a la DGSU; y
- El tractor y la caja pertenecen a la DGSU.

Las cajas de los trailers totalizan 236 unidades, y todas cuentan con piso vivo. Cada caja que pertenece a la DGSU tiene asignadas sus estaciones de transferencia.

Por otro lado, cada tractor cuenta con un "sistema global posicionador (SGP)" que monitorea y controla el sistema total de transportación. Este sistema de monitoreo y control es manejado desde una oficina de la DGSU en la estación de transferencia de Álvaro Obregón.

El Cuadro 4-11 muestra el registro de traslados realizados de enero a mayo de 1998. Revela que los residuos de las estaciones de transferencia de Cuauhtémoc e Iztapalapa-I se llevan principalmente a la P/S de Santa Catarina, en vez de la P/S de Bordo Poniente, que es la que se encuentra a menor distancia de ambas estaciones de transferencia.

Cuadro 4-11: Número de viajes (Caja de 70m³, enero/98 a mayo/98)

Origen	Destino	P/S				Sitio de Disposición				Total
		BP	SJA	SC	Total	BP I	BP IV	SC	Total	
Est. de Transf.	Álvaro Obregón	4,309			4,309		2,351	1	2,352	6,661
	Azcapotzalco	1,002	586	763	2,351		2,808		2,808	5,159
	Benito Juárez		3	680	683				0	683
	Coyoacán	3		4,225	4,228		855	3,351	4,206	8,434
	Cuauhtémoc			2,918	2,918		197	3,081	3,278	6,196
	Gustavo A. Madero	44			44		3,598		3,598	3,642
	Iztapalapa I	173		718	891		6,444	653	7,097	7,988
	Iztapalapa II	2,275			2,275		4,312		4,312	6,587
	Miguel Hidalgo	175	2,352		2,527		3,074		3,074	5,601
	Milpa Alta	4			4		645	2	647	651
	Tlalpan	1,064		984	2,048		190	429	619	2,667
	Venustiano Carranza	1,459			1,459		3,368	9	3,377	4,836
	Xochimilco	4		742	746		285	2,074	2,359	3,105
P/S	Bordo Poniente				0		10,185		10,185	10,185
	San Juan de Aragón				0		10,261		10,261	10,261
	Santa Catarina		2		2		9,742		9,742	9,744
Total		10,514	2,941	11,030	24,485	0	58,315	9,600	67,915	92,400

4.3.3 Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje

Respecto a las instalaciones de procesamiento, tratamiento y reciclaje en la ciudad de México, se tenía un incinerador municipal de RS y una planta de compostaje en las instalaciones de San Juan de Aragón de la DGSU, pero ya no operan actualmente. Las instalaciones que operan actualmente son las tres Estructuras de Recuperación de Materiales (conocidas desde ahora como las P/S) en Bordo Poniente, San Juan de Aragón y Santa Catarina.

a. Incinerador

Se llevó a cabo una licitación para la construcción del incinerador municipal de RS en 1979. La construcción del mismo inició en 1984, se suspendió en 1986 y se completó en 1989.

Las instalaciones del incinerador en SJA operaron de febrero de 1990 a junio de 1992 como instalación piloto, con el propósito de compilar datos acerca de la tecnología de incineración. Sin embargo, ambas unidades no han operado juntas nunca, ni siquiera cuando vino un experto de Suiza para controlar la operación. Se suspendió la operación de la instalación.

La razón principal para la falla puede obtenerse de la siguiente manera:

Simplemente se importó la tecnología de incineración para secar residuos (técnica común en Europa). La magnitud de la "zona de secado" del incinerador se volvió insuficiente para los residuos húmedos de México, especialmente durante la época de lluvias. Se puede lograr a veces la incineración sin combustible adicional (gas) durante la época de sequía, mientras que por lo general se requiere de combustible para los residuos durante la temporada de lluvias. En consecuencia, no se llevó a cabo un plan de tratamiento de incineración con estas unidades.

Las dos unidades de incineración de SJA no han sido desmanteladas a la fecha y el equipo se ha conservado razonablemente bien a pesar del paso del tiempo. Sin embargo, si se quisieran utilizar de manera eficiente para la incineración de los residuos municipales, sería necesario dar mantenimiento apropiado y las modificaciones necesarias a los componentes mecánicos y eléctricos. Además, para poder cumplir con las nuevas normas para las emisiones (de las cuales se presentan los proyectos en el Cuadro 4-12), se deben reemplazar todas las estructuras de incineración (desde el ingreso de los residuos hasta su apilamiento). Sólo se pueden utilizar estructuras de construcción.

Cuadro 4-12: Comparación de las Pruebas de Incineración y de los Límites Propyectados de Emisiones

		Prueba-1, MRS, 17/Jun/92	Prueba-2, MRS, 17/Sept/92	Prueba-3, MRS, 23/Sept/92	Prueba-5, MRS, 12/Nov/92	Prueba-7, MRS, 19/Nov/92	Prueba-12, MRS, 07/Dic/92	Valor promedio	Límite de Emisión
Partículas	mg/m ³	400.46	123.56	95.13	190.09	13.49	100.14	153.81	30
SO ₂	mg/m ³	288.53	n.d.	n.d.	368.84	36.40	135.95	207.43	80
CO	mg/m ³	85.82	194.68	887.53	n.d.	n.d.	n.d.	389.34	63
Nox	mg/m ³	148.48	3.76	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76.12	300
HF	mg/m ³	n.d.	n.d.	4.40	n.d.	n.d.	n.d.	4.40	5
HCl	mg/m ³	4.98	238.15	108.82	n.d.	n.d.	n.d.	117.32	15
PCDF	mg/m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00000015
PCDD	mg/m ³	n.d.	n.d.	n.d.	0.000035	0.000003	n.d.	0.0000190	0.00000015
Total HC	mg/m ³	58.92	420.80	5.67	5.74	12.44	12.21	85.96	-

		Prueba-1, MRS, 17/Jun/92	Prueba-2, MRS, 17/Sept/92	Prueba-3, MRS, 23/Sept/92	Prueba-5, MRS, 12/Nov/92	Prueba-7, MRS, 19/Nov/92	Prueba-12, MRS, 07/Dic/92	Valor promedio	Limite de Emisión
Pb	mg/m ³	0.07284	0.40730	0.29135	0.43123	0.09860	1.26040	0.42695	0.7
Cu	mg/m ³	0.00525	0.01467	0.01102	0.03799	0.00680	0.12030	0.03267	0.7
Cr	mg/m ³	0.00063	1.26400	2.32854	0.01372	0.02930	0.01890	0.60918	0.7
Mg	mg/m ³	0.0007051	0.0388000	0.3198290	0.0093210	n.d.	0.0083460	0.07540	0.7
Ni	mg/m ³	0.0003234	2.5210000	1.9619400	0.0077383	0.0147900	0.0046900	0.75175	0.7
As	mg/m ³	0.0004400	0.0001000	0.0002116	0.0007035	0.0002250	0.0010400	0.00045	0.7
Cd	mg/m ³	0.0003205	0.0315980	0.0046200	0.0256770	0.0115700	0.0162000	0.01500	0.07
Hg	mg/m ³	n.d.	0.0022500	0.0014560	0.0043967	n.d.	n.d.	0.00270	0.07
Sn	mg/m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.7
Ag	mg/m ³	0.0000799	0.0013000	0.0009734	0.0028139	n.d.	0.0039900	0.00183	-
Fe	mg/m ³	0.0423980	6.0800	10.9807	0.3381977	0.17727	0.3460	2.99409	-

n.d.: no se detectó

La DGSU consideró la posibilidad de convertir este incinerador en uno de residuos hospitalarios al inicio de los ochenta; sin embargo, se juzgó que la conversión no sería factible, en vista de las funciones y el desempeño esperado de las unidades, ya que las modificaciones serían limitadas.

b. Compostaje

Sólo existe una instalación de compostaje que opera la DGSU, y es una planta de composta en pilas, con una capacidad de procesamiento de 18,000 m³ al año. Actualmente cuenta con una producción anual de 2,300 m³, que se produce exclusivamente de residuos de jardinería (por ejemplo del pasto y árboles podados) que se obtienen del mantenimiento de parques públicos del GDF.

Esta planta realiza el control de la calidad de la composta con base en los valores recomendados por el Consejo de Composta de Texas, ya que actualmente no existen normas o estándares del mismo en México.

La proporción carbono/nitrógeno (C/N) de los elementos para producir composta es de 20 a 30%, por lo que se adiciona abono animal a los desperdicios de jardinería para ajustar el contenido de nitrógeno. Los experimentos de la descomposición de los cadáveres animales en el compostaje de residuos de jardinería lograron resultados significativos.

Se operó una planta municipal de compostaje de RS (capacidad nominal de 750 ton/día con sistema en pilas) en el sitio de SJA adjunto al incinerador, que fue desmantelado en 1992. Las bandas de selección manual de la entrada de la planta no fueron desmanteladas, aunque fueron modificadas como parte de las bandas de recuperación de materiales de la P/S que funcionan actualmente.

Esta planta de compostaje, que fue construida por una compañía suiza (Buchler Miag) utilizaba los siguientes sistemas.

- Alimentación mixta de los residuos municipales;
- Selección Magnética (eliminación de material ferroso);
- Selección manual de los materiales reciclables;
- Compostaje de los residuos.

Sin embargo, los productos de composta contenían una cantidad importante de vidrio y plásticos, por lo que no se logró alcanzar la calidad requerida para lograr un fertilizante adecuado y ponerlo en el mercado. En consecuencia, sólo se pudo utilizar como acondicionador del suelo en los parques públicos y áreas verdes.

c. Planta de Selección (P/S)

Actualmente operan 3 P/S para la recuperación de materiales reciclables a partir de residuos municipales mixtos. Se muestran los rasgos generales de la P/S en el Cuadro 4-13. Se encuentran instaladas básculas en la P/S de Bordo Poniente y la P/S de SJA. Ya que la P/S de Santa Catarina no cuenta con una báscula, la cantidad de flujo de residuos (a la entrada y a la salida) se calcula a partir de los viajes de transporte registrados y multiplicados por la carga estimada de residuos por cada vehículo.

Cuadro 4-13: Rasgos Generales de las P/S

	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina
Año de establecimiento	Julio/1994	Julio/1994	Marzo/1996
Área del sitio	9,500 m ²	8,000 m ²	5,600 m ²
Duración	15 años	15 años	15 años
Sistema de pesaje	Báscula	Báscula	Número de vehículos (no hay una báscula instalada)
Capacidad	2,000 ton/día	2,000 ton/día	1,500 ton/día
Número de líneas de selección	4 líneas	4 líneas	3 líneas
Capacidad por línea	500 ton/día	500 ton/día	500 ton/día
Horas de trabajo	24 horas/3 turnos lunes a viernes	24 horas/3 turnos, lunes a sábado	24 horas/3 turnos lunes a viernes
Número de trabajadores	400 personas (ex-pepenadores de Prados de la Montaña)	500 personas (ex-pepenadores de Prados de la Montaña)	400 personas
Organización laboral	"Frente Unico de Peperadores, A.C."	"Asociación de Selectores de Desechos Sólidos de la Metrópoli, A.C."	"Unión de Peperadores del DF Rafael Gutiérrez Moreno, A.C."
Número de trabajadores para selección	42 personas/línea	42 personas/línea	62 personas/línea
Materiales recuperados	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones, llantas, ropa.	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, tortilla, hojalata, colchones, llantas, ropa	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones, llantas, ropa

Los objetivos iniciales para la instalación de estas P/S eran la promoción de las actividades de reciclaje, además del desarrollo para el bienestar social (mejorar el ambiente de trabajo de los pepenadores convirtiéndolos de trabajadores a cielo abierto a trabajadores en plantas de reciclaje). Las P/S todavía cuentan con las características de instalaciones de bienestar social.

El Cuadro 4-14 muestra las tasas de recuperación de cada planta, que van desde 4 hasta 6%. Por otra parte los muestreos de la composición de residuos que la DGSU realiza periódicamente revelan que los residuos reciclables representan un promedio de 37% en las fuentes de generación. Las razones detrás de la baja tasa de recuperación en las P/S pueden ser las siguientes:

- Cerca de 14% de los materiales recuperables son separados de antemano por barrenderos y por la tripulación de los vehículos recolectores.
- Únicamente se recuperan los materiales que tienen un valor muy cotizado en el mercado (los materiales que no tienen valor en el mercado o escaso no son recuperados, aunque son reciclables)
- Los materiales más limpios o más puros (los que están menos contaminados o deformados son los que más se buscan en la recuperación, por lo que la tasa de recuperación disminuye (es decir, la recuperación cuantitativa no es un objetivo a seguir)
- Ya que los residuos que entran son residuos municipales mezclados, cuando estos últimos son introducidos en los transportadores pueden formar una capa gruesa entremezclada sobre las bandas de selección, lo cual en consecuencia reduce la eficiencia de la selección.
- La velocidad de las líneas de transportación es de aproximadamente 20 metros/min., lo que impide una recuperación apropiada de los materiales.

Además, los espacios de trabajo en las áreas de selección de las tres P/S son insuficientes.

Cuadro 4-14: Cantidad recuperada anual y proporciones en 1997

unidad: ton/año

	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Total
Cantidad anual que ingresa	609,973.77	700,470.05	455,438.30	1,765,882.12
Cantidad recuperada anual	32,040.05	30,646.21	30,169.24	92,855.50
Tasa de recuperación (%)	5.3	4.4	6.6	5.3

Los costos de operación y mantenimiento (O&M) de cada P/S en 1997, que fueron recopilados por la DGSU, se muestran en el Cuadro 4-15. Éste proporciona el costo unitario de O&M (de acuerdo al tonelaje de los residuos reciclados en la P/S), que es de \$1,126 pesos/ton en promedio.

Cuadro 4-15: Costo de Operación y Mantenimiento en 1997

		Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Promedio
Costo unitario por reciclaje	pesos/ton recobrar	1,061	1,083	1,237	1,126
	pesos/ton entrada	50.40	53.69	50.49	51.45

Fuentes: Costos de los Servicios Urbanos 1997, DGSU

El Cuadro 4-16 resume los costos de O&M en 1996 que fueron calculados para cada P/S.

Cuadro 4-16: Costo de Operación y Mantenimiento Calculado en 1996

	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Total
Cantidad anual que entra	618,858	627,399	234,771	1,431,028
Costo de O&M (pesos)	22,020,077	25,232,160	6,145,062	53,407,299
costo unitario (\$P/ ton ingresada)	35.60	40.22	26.17	(Prom)36.06

Fuentes: Dirección Construcción y Mantenimiento Subdirección de Mantenimiento de Instalaciones y Equipo Plantas de Selección y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Costos de Operación y Mantenimiento Ejercicio 1996 DGSU

4.3.4 Sistema de Barrido en Calles

Respecto al barrido en calles en el DF la DGSU está a cargo del barrido de las vialidades principales en las cuales se utilizan barredoras mecánicas y barrido manual. Cada delegación está a cargo de las vías secundarias, en las que predomina el barrido manual.

La limpieza de los parques públicos y de las áreas verdes están en su mayoría a cargo de las delegaciones y parte de la DGSU, y se realiza con barrido y limpieza manual.

Cuadro 4-17: Cantidad generada de residuos que se barren en la red vial primaria

Delegación	Longitud que se barre diariamente (km./día)	Cantidad barrida de desperdicios de residuos en la red vial primaria (kg/ día)
Álvaro Obregón	88.95	11,166
Azcapotzalco	49.03	6,155
Benito Juárez	84.76	10,640
Coyoacán	75.30	9,452
Cuajimalpa	27.59	3,463
Cuauhtémoc	102.66	12,887
Gustavo A. Madero	245.85	30,862
Iztacalco	81.89	10,280
Iztapalapa	136.20	17,097
M. Contreras	27.30	3,427
Miguel Hidalgo	159.17	19,981
Milpa Alta	24.84	3,118
Tláhuac	51.72	6,492
Tlalpan	0.00	0
V. Carranza	69.30	8,699
Xochimilco	48.84	6,131
Total	1,273.40	159,850

Fuente: Estudio Preparatorio sobre el Manejo de los Residuos Sólidos para la Ciudad de México, Anexo J-1

Cuadro 4-18: Cantidad Generada de Residuos en las Áreas Verdes

Delegación	Área (m ²)	Cantidad generada de residuos (kg/día)
Álvaro Obregón	792,000	7,865
Azcapotzalco	492,000	4,886
Benito Juárez	1,083,000	10,754
Coyoacán	868,000	8,619
Cuajimalpa	86,000	854
Cuauhtémoc	680,000	6,752
Gustavo A. Madero	4,155,000	41,259
Iztacalco	670,000	6,653
Iztapalapa	874,000	8,679
M. Contreras	115,000	1,142
Miguel Hidalgo	7,069,000	70,195
Milpa Alta	78,000	775
Tláhuac	148,000	1,470
Tlalpan	3,232,000	32,094
V. Carranza	766,000	7,606
Xochimilco	172,000	1,708
Total	21,280,000	211,310

Fuente: Estudio Preparatorio sobre el Manejo de los Residuos Sólidos para la Ciudad de México, Anexo J-1

4.3.5 Sistema de Disposición Final

4.3.5.1 Condiciones Generales del Sitio

Los sitios de disposición final que existen actualmente para el DF son Santa Catarina (SC) y Bordo Poniente Etapa IV (BP IV). SC se localiza aproximadamente a 16 km de la oficina de la DGSU sobre la carretera federal México-Puebla. BP IV se encuentra a aproximadamente 4 km al noreste del aeropuerto internacional de la Cd. de México.

4.3.5.2 Condiciones Geológicas

BP IV se localiza en el área del antiguo lago de Texcoco, en donde el acuífero subterráneo es de alta salinidad, lo que propicia que cuente con ventajas comparativas con otros lugares que se encuentran sobre acuíferos potables.

Por otra parte, BP IV se encuentra sobre capas muy suaves y altamente compresibles de arcilla, de aproximadamente 60 metros de profundidad. Esto implica que si se terraplenara el relleno en una capa gruesa durante un período corto en una operación, se daría una falla de declives y/o derrumbes. Por lo tanto, se requieren los siguientes puntos para mantener una operación segura del relleno de residuos sólidos en un terreno tan suave y compresible:

- una operación más delgada de relleno; y
- planear un período considerable para que se estabilice y afirme la tierra.

SC se localiza sobre la pendiente externa de la caldera de un volcán inactivo. Aunque no se lleva a cabo la explotación del agua subterránea cerca del sitio de SC, la desventaja con que cuenta este sitio es que se encuentra cerca de un acuífero de agua potable y en explotación.

4.3.5.3 Estructura del relleno

a. Sitio de Bordo Poniente Etapa IV (BP IV)

BP IV emplea una impermeabilización de fondo con una membrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1.0 mm de espesor. La membrana es anclada en el borde del camino, ver Figura 4-8.

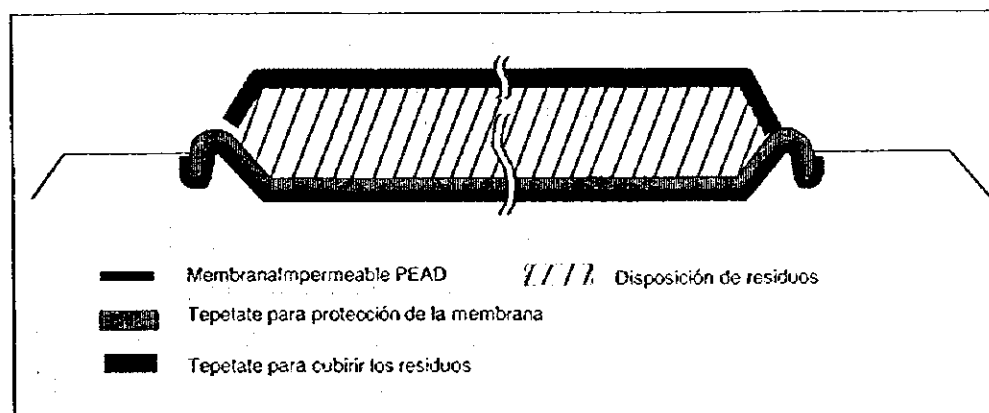


Figura 4-8: Estructura del Relleno en Bordo Poniente Etapa IV

La tierra, llamada "tepetate", que es en esencia material areno - limoso, se esparce y se compacta sobre la membrana para evitar el daño a ésta debido a la operación de rellenado.

Una vez que se colocan los residuos hasta el mismo nivel del camino que rodea al terraplén, las celdas reciben los materiales (como el cascajo), que son transportados por trailers de gran tamaño. Se colocan, compactan y acomodan los residuos a ese nivel (8 metros de altura) y se coloca la cubierta final de tierra (tepetate), con un grosor de 30 cm.

Aunque BP IV emplea una membrana impermeable en el fondo, no utiliza un sistema de tuberías para la recolección de lixiviados. Actualmente, los lixiviados gotean de la parte inferior de la pendiente de la celda al camino que la rodea. **Esta situación crea un problema de operación actual, y en un futuro próximo las condiciones del camino se deteriorarán, especialmente cuando llueva.**

Las instalaciones para la eliminación de biogas en estructura del relleno BP IV empezarán a construirse en 1998 (como venteos).

b. Sitio de Santa Catarina (SC)

En un principio, SC no utilizaba el recubrimiento impermeable del fondo. A inicios de 1997, cuando se elevó el nivel del relleno para que alcanzara el del camino en el que se localiza la tubería de agua, el relleno de SC se impermeabilizó con:

- concreto lanzado en el talud natural y sobre el camino impermeabilización sintética y,
- una membrana PEAD de 1.0 mm sobre la pendiente cubierta de concreto lanzado.

Los residuos son nivelados cuidadosamente en dirección a la cubierta de la pendiente cuando se eleva verticalmente la cara del relleno.

SC emplea un sistema de tuberías para la recolección de lixiviados en la parte superior donde está instalada la capa de impermeabilización. Los lixiviados que se recolectan por medio de la tubería, y se almacenan en dos depósitos de lixiviados. Estos lixiviados se transportan a la laguna de evaporación en Bordo Poniente en unos camiones cisterna.

SC cuenta con instalaciones para la eliminación de biogas (como venteos), con un total de 104 hasta 1997, con un espacio de aproximadamente 50 metros entre cada una dentro de un área de cerca de 15 ha (un promedio de 7 venteos por hectárea). La profundidad de estos venteos para eliminación de biogas varían de 25 a 33 metros.

La Figura 4-9 muestra una perspectiva general de la estructura de relleno de SC (a escala no real).

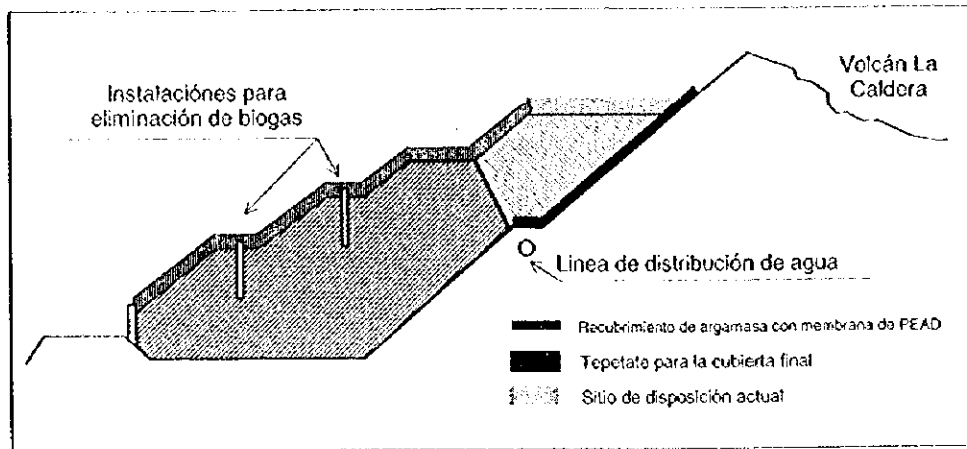


Figura 4-9: Estructura del Relleno en el Sitio de Santa Catarina

El siguiente Cuadro 4-19 resume la estructura de relleno de BP IV y SC.

Cuadro 4-19: Estructura de relleno de BP IV y SC

Concepto	BP IV	SC
Cubierta impermeable del fondo	Membrana PEAD (1.0 mm de grosor)	Cubierta de concreto lanzado y PEAD (1.0 mm de espesor) únicamente para la pendiente superior
Sistema de recolección de lixiviados	Todavía no	Sí (parcialmente)
Sistema de tratamiento de lixiviados	Transporte a la laguna de evaporación en camiones cisterna	Transporte a la laguna de evaporación de BP en camiones cisterna
Instalación para eliminación de Biogas	Todavía no	Sí
Sello Final	Todavía sin planear	Una capa de tierra vegetal de 20 cm sobre otra capa de 30 cm de tepetate

4.3.5.4 Operación de Rellenado

Tanto BP IV como SC utilizan actualmente tractores de orugas para acumular y compactar los residuos. BP IV opera las 24 horas del día. Por su parte, SC opera de 6:30 de la mañana a 6:30 de la tarde de lunes a viernes, y de 6:30 de la mañana a 14:00 de la tarde los sábados (6 días a la semana). Se estima que BP IV y SC reciben diariamente cerca de 9,000 ton y 2,000 ton respectivamente.

Cuadro 4-20: Operación de Rellenado de BP IV y SC

Concepto	BP IV	SC
Horas de trabajo	24 horas	12 horas
Días laborales	7 días de la semana	6 días de la semana
Equipo de trabajo	Tractor de orugas 12 Nos. Vibro-compactador 3 Nos. Retroexcavadora 1 Nos. Cargador frontal 3 Nos. Camiones de volteo 12 Nos.	Tractores de orugas 3 (D8N) Motoniveladora 1 (12-G) Vibro-compactador 1 No. (CA-25) Camiones de volteo 3 (12m ³)
Control por medio de báscula	Sí	No
Volumen de disposición diaria	aproximadamente 9,000 ton/día	aproximadamente 2,000 ton/día

Concepto	BP IV	SC
Dimensiones de las celdas	En época de lluvias "80m x 750m" a "100m x 500"m Época seca "230m x 400m" a "250m x 800"m	Básicamente toda el área, de aproximadamente 5 ha.
Cubierta con tierra diaria	aprox. 1,200 m ³ /día Suficiente en términos prácticos	aprox. 340m ³ /día No suficiente
Conceptos incluidos en el alcance del Contrato	Todos	Todos

La cubierta diaria de tierra es una de las prácticas más importantes para la operación de relleno. Tanto BP IV como SC utilizan *tepetate*, sin embargo, la frecuencia con que se realizan estas prácticas de cubierta del suelo son distintas en los dos sitios.

a. Sitio de Bordo Poniente Etapa IV (BP IV)

En teoría, la operación del relleno debe utilizar el método de "cubierta diaria", lo que significa que los residuos deben ser cubiertos con tierra diariamente, ya sea al finalizar la jornada o en la modelación final de una celda.

- Debe ser una costumbre normal que para la modelación final de una celda se aplique una cubierta de tierra.
- Si bien teóricamente se debe realizar la cobertura diaria sobre los frentes de trabajo después de cada jornada de trabajo, con la finalidad de reducir los efectos adversos causados por los residuos sin cubrir hasta que se reinician las actividades de disposición final, en el caso de BP IV, es conveniente analizar y determina la necesidad real que existe para dotar de cobertura diaria en los frentes de trabajo de celdas que operan continuamente las 24 horas del día.

En virtud de lo anterior, se puede concluir que BP IV lleva a cabo de manera general las prácticas apropiadas para cubrir los residuos con una capa de tierra.

b. Sitio de Santa Catarina (SC)

Por su parte, el sitio de disposición de SC todavía cuenta con la recuperación de materiales por parte de grupos de pepenadores sobre el área de relleno, lo cual afecta las prácticas de la cubierta diaria de tierra sobre los residuos colocados. En consecuencia, existen transmisores de enfermedades como son las moscas y mosquitos, además de los penetrantes olores que provienen de las celdas en SC.

Ya que el sitio de SC cuenta con impermeabilización en la pendiente los residuos se acomodan cuidadosamente en dirección al recubrimiento de la pendiente cuando el relleno se extiende verticalmente.

4.3.5.5 Manejo del relleno

Se puede hacer referencia al manejo del relleno como la forma de mitigar los efectos ambientales negativos del relleno (como el control higiénico y de seguridad para las personas relacionadas con el sitio, o como por ejemplo, el manejo de lixiviados/biogas/olores, etc.). Sin embargo, además de la manera de mitigación, existen formas preventivas del manejo del relleno, como por ejemplo la vigilancia ambiental (del aire, del agua de la superficie y la capa freática, los asentamientos del

relleno) y las formas activas para el manejo de rellenos, en virtud de los efectos a largo plazo de la disposición de residuos, así como el uso futuro de los sitios.

Por lo tanto, el manejo actual de los rellenos de BP IV y SC se diagnosticará en el presente, jerarquizándolo dentro de una de las siguientes tres categorías.

- a. Manejo de la mitigación
- b. Manejo precautorio
- c. Manejo activo

a. Manejo de la Mitigación

Se puede hacer referencia del manejo de la Mitigación del sistema de disposición final de la siguiente manera:

- Control de higiene y seguridad (incluyendo el control de pepenadores)
- Manejo de lixiviados (incluyendo el control del agua superficial)
- Manejo del biogas
- Manejo de olores

Cuadro 4-21: Manejo de Mitigación del Relleno de BP IV y SC

Concepto	BP IV	SC
Control de la Higiene	OK	Debe mejorarse
Control de Seguridad	OK	Espacio para mejoras
Manejo de lixiviados	Necesita ser mejorado	solo parcial
Manejo de agua superficial	Hay espacio para mejoras (como las condiciones de camino)	apropiado
Manejo de Biogas	Todavía no	Si
Manejo de olores	apropiado (son la cubierta de tierra y la zona intermedia)	Debe mejorarse

b. Manejo Precautorio

Respecto a las medidas de prevención del sistema de disposición final, BP IV utiliza el monitoreo del agua freática (piezómetros, muestreos periódicos y análisis de laboratorio de los lixiviados), además del monitoreo del movimiento de tierras.

SC cuenta con 27 pozos de monitoreo de la trayectoria del biogas a las áreas circunvecinas.

Cuadro 4-22: Manejo Precautorio del Relleno de BP IV y SC

Concepto	BP IV	SC
Monitoreo del agua subterránea	OK	No *
Vigilancia del movimiento de tierras	OK	No *
Análisis de lixiviados	OK	OK
Monitoreo del recorrido del Biogas	No	Si

* Este monitoreo no lo lleva a cabo la DGSU, sino la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento del Edo. de México (CEAS).

c. Manejo Activo

Respecto al objetivo de estabilizar la disposición de los residuos, se puede hacer referencia al "manejo activo" como las diversas medidas para facilitar la descomposición de los residuos evacuados.

c.1 Recirculación de los Lixiviados

Un método sencillo, barato y efectivo para el tratamiento de lixiviados es recolectar y recircular los lixiviados a través del relleno. Durante las etapas iniciales de la operación de relleno, los lixiviados contendrán cantidades importantes de TDS, BOD₅, COD, nutrientes y metales pesados. Cuando se recirculan los lixiviados, los constituyentes se ven atenuados por la actividad biológica y por otras reacciones físicas y químicas que se dan dentro del relleno. Por ejemplo, los ácidos orgánicos simples que están presentes en los lixiviados se convertirán en CH₄ y CO₂, debido al aumento en acidez dentro del relleno. Un beneficio adicional del reciclaje de los lixiviados es la recuperación del gas del relleno, que contiene CH₄.

Por lo tanto, se recomienda el reciclaje de lixiviados para BP IV. Por otra parte, ya que la mayor parte de SC no cuenta con una membrana impermeable en el fondo, el uso de la recirculación de lixiviados para el sitio de SC se debe analizar detalladamente si la estructura de relleno de SC permite el bombeo de lixiviados, desde el interior del relleno hasta el vaciado de la parte superficial de SC.

Cuadro 4-23: Manejo Activo del Relleno de BP IV y SC

Concepto	BP IV	SC
Recirculación de los lixiviados	Aún no se practica, pero se recomienda.	Aún no se practica. Se debe investigar si es aplicable.

4.3.6 Manejo de los Residuos Hospitalarios

a. Aspectos Generales

El Instituto de Servicios de Salud del DF, inició junto con el GDF la elaboración de un programa sistematizado para llevar a cabo el adecuado y correcto manejo de dichos residuos.

Por lo que se concesionaron los trabajos de recolección y disposición de los residuos "biológico - infecciosos" y los "patológicos" al sector privado. Los residuos "biológico - infecciosos" sufren un tratamiento químico o esterilización en instalaciones especiales como autoclave, y se le envía a sitios municipales de disposición final de RS. La cantidad original de residuos hospitalarios aumentará en 10% cuando se le disponga, debido a los químicos que se les agregan en los procesos de tratamiento. Por otra parte, los residuos patológicos son incinerados y los restos se llevan a los sitios municipales de disposición final de residuos sólidos. Se cobran aproximadamente 4 pesos/kg por la incineración (sin incluir los servicios de recolección).

El tratamiento y disposición de los residuos hospitalarios se realizan actualmente de acuerdo con la norma vigente adecuada. Por otra parte, se sabe que esta norma podría ser modificada en 1999, por lo que un generador de residuos hospitalarios que

produzca menos de 1 kg/día podrá realizar su tratamiento adecuado, tal como la incineración en el sitio.

b. Bosquejo sobre el Marco Regulatorio

Los residuos biológicos infecciosos (RPBI), que se generan en establecimientos de salud, (residuos hospitalarios), son considerados por las Normas Oficiales Mexicanas, como peligrosos; por lo que aplican para éstos, todos los ordenamientos escritos dentro del marco legal jurídico para orientar el manejo de residuos peligrosos (RP); así como para instrumentos normativos que específicamente hayan sido formulados los "RPBI".

El Cuadro 4-24, describe la estructura jerárquica del marco regulatorio que en México aplica al manejo de los residuos biológico - infecciosos, así como las dependencias federales responsables de su aplicación:

Cuadro 4-24: Jerarquización Jurídica del Marco Regulatorio Ambiental en materia de Residuos Peligrosos

ODENAMIENTO OFICIAL LEGAL O NORMATIVO	ENTIDAD DEL EJECUTIVO FEDERAL RESPONSABLE
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN
LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEPA)	SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE RECURSOS NATURALES Y PESCA(SEMARNAP)
REGLAMENTO DE LA "LGEPA", EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS	SEMARNAP
REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS	SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE (SCT)
NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE "RP"	SEMARNAP
NORMAS OFICIALES MEXICANAS ESPECIFICAS PARA LOS "RPBI"	SEMARNAP, SCT, SECRETARÍA DE SALUD(SS), SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL (STPS)

COMENTARIOS:

1. Las Normas Oficiales Mexicanas en general, derivan y deben ser estructuradas de acuerdo con la Ley General de Meteorología y Normalización; siendo la Secretaría de comercio y Fomento Industrial (SECOFI), la entidad del ejecutivo federal, responsable de su aplicación.
2. La formulación, publicación y cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, dependen de las entidades del Ejecutivo Federal responsables del tema que se trate; siempre y cuando se cuente con la aprobación a la evaluación del impacto regulatorio, por parte de la SECOFI.
3. Otros ordenamientos regales complementarios, son la Ley general de Meteorología Meteorología o Normalización, así como la Ley General de Salud y su reglamento en materia de Control Sanitario de la Disposición de Organos, Tejidos y Cadáveres de seres humanos.

En forma adicional, existen acuerdos y decretos a través se publican ordenamientos u obligaciones aplicables a los "RP".

c. Índices de Generación

La cantidad de residuos sólidos generados en un establecimiento hospitalario está en función de las diferentes actividades que en él se desarrollan y en consecuencia dependerá, entre otros factores, de la cantidad de servicios médicos ofrecidos en el establecimiento de salud, de grado de complejidad de la atención prestada, del tamaño de la unidad médica, de la proporción de pacientes externos atendidos y de la cantidad de personal que labora en las instalaciones; no resulta fácil establecer relaciones que permitan estimar la cantidad de residuos producidos por un establecimiento hospitalario en función de tal diversidad de factores.

La DGSU realizó investigaciones acerca de la generación de residuos hospitalarios. El cuadro 4-31 muestra la proporción de generación de estos residuos, que se obtuvo de estas investigaciones. Por otro lado, el Cuadro 4-32 resume el número de instituciones médicas, camas y empleados en el DF, que son factores que determinan la predicción de la generación de residuos hospitalarios. El cuadro 4-33 proporciona el cálculo de la generación de estos residuos (en 1997).

Cuadro 4-25: Proporción de Generación de Residuos Hospitalarios de las Instituciones Médicas del GDF

Tipo de institución		unidades	Tasa de Generación	Notas
Inst. Médicas	Nivel 1	kg/Consult./día	1.279	Clinicas de consulta Externa.
	Nivel 2	kg/cama/día	4.730	Hospital con menos de 50 camas.
	Nivel 3	kg/cama/día	5.390	Hospital con más de 50 camas.
Laboratorio		kg/Consult./día	6.343	
Veterinario		kg/empleado/día	1.700	

Cuadro 4-26: Número de factores de Generación de Residuos.

Institución	Institución médica			Laboratorio	Veterinario
	Nivel 1 Consult.	Nivel 2 Camas	Nivel 3 Camas	Nos.	Número de empleados
Álvaro Obregón	526	286	2,413	28	63
Azcapotzalco	249	274	1,304	9	35
Benito Juárez	237	1,365	2,297	79	150
Coyoacán	321	210	403	39	85
Cuajimalpa	362	21	0	7	14
Cuauhtémoc	849	2,144	2,877	223	71
Gustavo A. Madero	620	1,991	2,381	64	116
Iztacalco	145	1,004	85	7	44
Iztapalapa	399	1,549	314	28	124
M. Contreras	199	77	200	4	15
Miguel Hidalgo	972	745	1,781	81	56
Milpa Alta	111	11	74	0	3
Tláhuac	285	308	228	0	15
Tlalpan	588	181	2,350	24	84
V. Carranza	487	304	499	28	42
Xochimilco	429	125	0	5	23
Total	6,779	10,595	17,206	626	940

Cuadro 4-27: Cantidad diaria de Residuos Generados

unidad : kg/día

Institución	Instituciones médicas				Otras Instituciones			Total
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Laboratorio	Veterinario	Total	
Álvaro Obregón	673	1,353	13,006	15,032	178	107	285	15,317
Azcapotzalco	318	1,296	7,029	8,643	57	60	117	8,759
Benito Juárez	303	6,456	12,381	19,140	501	255	756	19,896
Coyoacán	411	993	2,172	3,576	247	145	392	3,968
Cuajimalpa	463	99	0	562	44	24	68	631
Cuauhtémoc	1,086	10,141	15,507	26,734	1,414	121	1,535	28,269

Institución	Instituciones médicas				Otras Instituciones			Total
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Laboratorio	Veterinario	Total	
Gustavo A. Madero	793	9,417	12,834	23,044	406	197	603	23,647
Iztacalco	185	4,749	458	5,392	44	75	119	5,511
Iztapalapa	510	7,327	1,692	9,529	178	211	388	9,918
M. Contreras	255	364	1,078	1,697	25	26	51	1,748
Miguel Hidalgo	1,243	3,524	9,600	14,368	514	95	609	14,975
Milpa Alta	142	52	399	593	0	5	5	598
Tláhuac	365	1,457	1,229	3,051	0	26	26	3,076
Tlalpan	752	856	12,667	14,275	152	143	295	14,570
V. Carranza	623	1,438	2,690	4,751	178	71	249	5,000
Xochimilco	549	591	0	1,140	32	39	71	1,211
Total	8,671	50,114	92,740	151,526	3,971	1,598	5,569	157,094

4.4 Aspectos Sociales

4.4.1 Almacenamiento y Entrega para la Recolección

a. Manejo de los Residuos Sólidos en la Fuente de Generación

En términos generales aún no se ha desarrollado en el Distrito Federal (y en todo el país) una cultura para el manejo de los residuos sólidos en la fuente que los genera.

Los residuos sólidos son depositados indiscriminadamente y sin ninguna distinción en recipientes de diversa naturaleza y capacidad.

El almacenamiento domiciliario se efectúa principal y generalmente en botes (recipientes) y en bolsas de polietileno; los botes de diferentes materiales y tamaños son utilizados generalmente sin tapa. Al recibir desechos orgánicos, constituyen focos de malos olores, y si se demora la recolección facilitan la proliferación de fauna nociva.

En cuanto al almacenamiento de generadores mayores: comercios y servicios, se acumulan en tambos (cilindros) con capacidad de 200 litros. En los comercios grandes se recuperan materiales como cajas de cartón, envases, metales, papeles, entre otros, con un sentido comercial. Igual separación se hace en algunas oficinas con los papeles, y en los hoteles y restaurantes con las botellas y con desperdicios de comida, los que son entregados a recuperadores, generalmente en forma gratuita ó como parte del pago ó propina por el servicio de recolección.

En las viviendas de niveles socio-económicos medios el incremento de producción de envases y embalajes ha propiciado un grado excesivamente alto de desechos que rebasa la capacidad de las personas para reutilizarlos. En cambio en los sectores de nivel socio-económico bajo se separan algunos residuos de algún valor, con la idea de venderlos, actividad que muchas veces se demora, y que ocasiona que en viviendas reducidas se almacenen por largos períodos trastos que ocupan volúmenes considerables del pequeño núcleo habitacional.

Además como no hay separación de residuos a nivel doméstico, en gran número de establecimientos comerciales, y en algunos establecimientos de salud, los residuos mezclados son manejados peligrosamente por personal de recolección y por los

segregadores en las etapas de "pre-pepena" y de separación en la plantas de recuperación.

Social y tradicionalmente la limpieza de la vivienda y el manejo intra-domiciliario de los residuos sólidos es una labor estereotipada del género femenino.

b. Evacuación y Entrega de los Residuos Sólidos Generados

Una vez almacenados los residuos, la actuación de los generadores se reduce a entregarlos al barrendero o al camión recolector; o en el peor de los casos a tirarlos en la vía pública, en terrenos baldíos, en barrancas ó en cursos de agua, si no se cuenta con servicio de recolección.

En el primer caso se entrega al barrendero, que es un trabajador del GDF, y que pasa diariamente barriendo la calle. La relación entre la comunidad y el barrendero es cercana y de mutua confianza pues puede durar varios años, de modo que los vecinos lo identifican e incluso le permiten entrar a su casa. Los vecinos le dan una propina o cuota por día o semanalmente. El monto semanal fluctúa entre \$ 2 y \$ 15 por vivienda.

En el segundo caso es cuando los vecinos entregan los residuos al camión recolector, con una frecuencia de 2 ó 3 veces por semana. La relación de los vecinos con la cuadrilla de recolección no es tan cercana como con los barrenderos pero igualmente pagan la "propina" o "cuota voluntaria". En el caso de viviendas unifamiliares dan una propina de \$ 2 a \$ 5 cada vez. Cuando los botes son más grandes, o en mayor número, o más voluminosos, las propinas fluctúan de \$ 6 a \$ 20.

Los establecimientos comerciales entregan sus residuos en tambos a los camiones recolectores, lo que hace más lento e ineficiente la recolección, haciendo un pago fijo quincenal o mensual que va de \$ 20 a \$ 400 por quincena y al que también denominan "finea". Estos pagos llegan a ser mas altos cuando se trata de "fincas" institucionales o de establecimientos con mayor generación de residuos.

c. Programa de Separación de Residuos Sólidos

Este programa piloto fue iniciado por la DGSU en 1996, consiste en separar los residuos sólidos desde la fuente donde son generados en tres grandes rubros: materia orgánica, residuos sanitarios y elementos reciclables sólidos (vidrio, cartón, plástico, fierro, aluminio, residuos de construcción y otros).

El programa opera actualmente en trece sitios, de los cuales el edificio I del Gobierno del DF, el edificio Virreinal y una Unidad Habitacional en la Delegación Cuajimalpa se iniciaron en 1996, en tanto que las oficinas de la DGSU, el edificio principal de la Secretaría de Seguridad Pública y el Centro de Desarrollo Infantil del Metro se incorporaron en 1997.

Asimismo, cabe señalar que a partir de agosto de 1998 se incorporaron al ámbito de atención siete Centros de Desarrollo Infantil ubicados en la Delegación Cuauhtémoc, adscritos a las siguientes dependencias del sector público: Suprema Corte de Justicia, Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación, Lotería Nacional, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Universidad Nacional Autónoma de México.

La población participante de manera directa en estos trece sitios suman alrededor de 8,500 personas, distribuidas en 110 áreas de oficinas, 34 viviendas y 50 grupos de preescolares.

Cuadro 4-28: Programa de Separación de Residuos Sólidos: Cantidades Generadas Durante el Año 1998 ⁽¹⁾

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

(1) Datos Proyectados a partir de la segunda quincena de Septiembre/98, con base en el comportamiento registrado en el periodo 01 Enero-15 de Septiembre

(2) Sitios incorporados a partir del 17 de Agosto de 1998

(3) En el periodo 01 Enero- 15 de Septiembre se generó en los 13 sitios un total de 384,371 kg de residuos

CENDI: Centro de Desarrollo Infantil

Fuente: "Programa de Separación de Residuos Sólidos - Informe de Actividades Septiembre 1998", Secretaría de Obras y Servicios GDF.

El programa utiliza recipientes, bolsas o logotipos adheribles de diferentes colores, para identificar el tipo de residuo que debe almacenarse. Verde para residuos orgánicos, naranja para sanitarios, y gris en el caso de recipientes o logotipos, o transparente si se trata de bolsas para colocar los residuos reciclables. Las bolsas, contenedores y recipientes son suministrados por la administración del sitio participante.

La eficiencia de separación en la fuente fue alta: 89% en la Unidad Habitacional, y entre 86% y 93% en los edificios institucionales (Cuadro 4-28), lo que a su vez demostró las posibilidades de sensibilización, difusión y participación de la población en este programa.

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.
- Incremento limitado de la vida útil del relleno sanitario.

Cabe señalar que la incorporación al programa tiene carácter voluntario y el sitio interesado en participar debe realizarlo dentro del marco siguiente:

- DGSU: Coordina acciones, sensibiliza a la población, otorga seguimiento, evalúa, y dispone la recolección.
- Sitio participante: Participa en el proceso, proporciona los materiales, adapta el depósito central.

Lo anterior dificulta un mayor avance e impacta en los costos actuales.

d. Otros Proyectos para Minimización de Residuos

Solamente una pequeña parte de la ciudadanía se une a los esfuerzos de organizaciones ecologistas, en su intento de incrementar programas de separación de residuos sólidos. Estos esfuerzos fueron independientes unos de otros y se vienen realizando principalmente en unidades habitacionales y condominios.

En la delegación Tláhuac, en las unidades habitacionales Villa Centroamericana e INFONAVIT Tlaxcanes se comenzó a separar basura clasificándola en orgánica e inorgánica, con el objetivo de minimizar el volumen de residuos en la disposición final. Con los residuos orgánicos se trató de elaborar composta para utilizar como mejorador de los suelos de las áreas verdes y de la delegación. Los inorgánicos se depositaron en pequeños centros de acopio para luego intentar comercializar los componentes recuperados.

Otro esfuerzo, que contó con la iniciativa privada, fue la instalación de centros de acopio en los estacionamientos de centros comerciales de la cadena Aurrera; en los cuales la población acudía a entregar sus residuos separados sin recibir ningún pago a cambio más que el hecho de colaborar en la protección al ambiente. Los residuos que se recuperaban con este programa eran básicamente llantas, botellas de vidrio, papel y cartón. Este programa es uno de los de mayor permanencia, ya que operó por alrededor de tres años; sin embargo, debido a la falta de difusión no alcanzó un mayor impacto. En resumen los intentos de la comunidad por instrumentar programas de separación de los residuos sólidos, por diferentes razones, aún no han tenido el éxito deseado.

Además la DGMA, la DGSU y el INARE conjunta ó separadamente realizan acciones en busca de la minimización y el reciclaje de los residuos sólidos:

- La utilización de contenedores financiados por Francia, fracasó por la oposición de los recolectores que ya no recibían propinas, ni podían segregar.
- Otro intento de poner contenedores en los mercados tampoco resultó por la falta de cooperación del público.
- La UNAM tampoco tuvo éxito en la instalación de contenedores donde se depositarían separadamente residuos combustibles y no combustibles por la misma razón anterior.
- INARE tuvo éxito relativo en algunas campañas aisladas.
- La campaña de reutilización de botellas de vidrio de los fabricantes de bebidas logró algún éxito, y posteriormente fracasó por problemas impositivos. En cambio las botellas de cerveza retornables sí lograron éxito.

4.4.2 Sistema de Recolección y Transporte

a. Barrenderos

El barrendero originalmente tenía la función específica de barrer las calles y banquetas de las calles secundarias asignadas por la delegación respectiva, pero por el incremento de la demanda de recolección y la posibilidad de incrementar sus ingresos, comenzó recogiendo puerta a puerta los residuos sólidos de las casas.

Existen barrenderos de base (basificados o con nombramiento estable) y eventuales (contratados temporalmente) dedicados a esta actividad, pagados por el Gobierno del Distrito Federal. Son aproximadamente 8,500 trabajadores.

Además, se estima un universo de 3,000 barrenderos voluntarios que realizan esta actividad, y que compran o rentan sus carritos y tambos para realizar sus actividades. El costo diario promedio de la renta es de aproximadamente \$ 20.00.

El barrendero de base percibe en nómina \$ 2,200.00 por mes, los eventuales \$ 950.00 y los voluntarios no tienen sueldo.

Los ingresos que obtiene cada barrendero al mes y que dependen del nivel socioeconómico de la población atendida, se estiman seguidamente:

Cuadro 4-29: Ingresos Mensuales de los Barrenderos

Concepto	Ingresos por mes (\$)		
	Basificados	Eventuales	Voluntarios
1. Sueldo	2,200	950	-
2. Propina ó cuota	1,000	1,000	1,000
3. Comercialización de residuos	600	600	600
Total	3,800	2,550	1,600

Los productos recuperados principalmente son papel, cartón, aluminio y botellas de todo tipo; aunque son las chácharas (aparatos y menaje doméstico de todo tipo) los que le proporcionan mayores ingresos. El material segregado es comercializado en los centros de acopio que existen en las colonias en las que trabajan.

Existe otro tipo de barrendero que trabaja para la DGSU, a través de empresas contratadas encargadas de barrer las vías primarias de la ciudad. Este personal no está sindicalizado y no forma parte de la estructura económica formal de los trabajadores.

b. Recolectores

Para efectuar la recolección el GDF, a través de las Delegaciones, emplea aproximadamente a 2,500 choferes y a 3,400 ayudantes de chofer, todos basificados, y afiliados a la Sección 1 del Sindicato de Limpia, afiliado a su vez al Sindicato Unico de Trabajadores del Distrito Federal.

Además de este personal basificado, existen los llamados "voluntarios" que no tienen sueldo formal, que se agregan a las cuadrillas de recolección, y cuyo número se estima en 4,000 personas. Estos voluntarios pueden estar en servicio hasta 15 años, sin conseguir plaza, tienen al chofer del camión como su vínculo con la estructura formal.

El sindicato tiene el control de la infraestructura, recursos humanos, organización y operación del sistema de recolección y transporte.

El proceso de la recolección tiene las siguientes características: el sector al que debe darse servicio (generalmente la distribución de camiones recolectores es por colonias) lo determina el jefe de unidad de limpia, y la frecuencia de la recolección la señala el chofer. Aunque se ha pretendido mejorar el diseño de las rutas de recolección especificando paradas, horarios, entre otros, el personal de limpia vuelve al método de campaneo y a los sitios que desde hace muchos años (15 cuando menos) son lugares de recepción de residuos.

El camión recorre su ruta tocando la campana para llamar al vecindario, que incluye usuarios domésticos y comerciales. El ayudante recibe los residuos y está pendiente de la propina que dejan los usuarios; cuando es un bote la descarga en el camión y cuando son entregados en bolsas las rompe para que los residuos se esparzan. En el interior del vehículo están los ayudantes que inmediatamente empiezan a seleccionar y separar los residuos. El material separado es acomodado en sacos y paças y posteriormente estos son colocados en los costados y toldo del camión. Estéticamente un vehículo así cargado no presenta buen aspecto.

Al final del recorrido, poco antes de descargar en las estaciones de transferencia comercializan los subproductos en uno de los 370 centros de acopio que existen en el DF. Estos centros mayoritariamente informales no pagan impuestos, y compran residuos de todo tipo. Además también comercializan en las afueras de las estaciones de transferencia, vendiendo el material segregado a intermediarios que generalmente son empleados de los líderes de pepenadores.

A este proceso de recuperación de materiales en los camiones recolectores se le denomina "prepepena". En esta etapa los residuos aún no están altamente contaminados como los que seleccionan en las plantas de recuperación. Los materiales más recuperados son cartón, aluminio, papel, colchones, muebles, botellas y chácharas.

En cada vehículo participan el chofer (como eje principal ya que considera el vehículo como suyo) uno o dos ayudantes pagados por el GDF, y dos o tres "voluntarios".

El chofer distribuye los ingresos que se obtienen durante su recorrido por concepto de fincas o propinas y venta de materiales recuperados generalmente: 50% se divide en partes iguales entre los ayudantes, el restante 50% es para él.

Una estimación desagregada de los ingresos mensuales de cada uno de los componentes de la cuadrilla de recolección, compuesta de tres miembros, se muestra a continuación. Obviamente si la cuadrilla cuenta con más ayudantes y voluntarios, el ingreso de éstos será menor.

Cuadro 4-30: Ingresos Mensuales Percibidos por el Conductor, los Ayudantes y los "Voluntarios"

Ocupación	Ingresos por mes (Pesos)				
	Sueldo	Finca/propina	Venta reciclable	Barrenderos	Total
1. Chofer (basificado)	2,500	3,500	3,000	750	9,750
2. Ayudante (basificado)	2,200	1,750	1,500	375	5,825
3. Voluntario	-	1,750	1,500	375	3,625
				Total	19,200

Fuente: Investigación directa

Del total de estos ingresos pagan la gasolina suplementaria a la que les da el GDF, y las reparaciones del vehículo.

4.4.3 Plantas de Selección de Materiales

a. Separación de Subproductos

En la ciudad de México, desde 1930 se recuperan subproductos de la basura. No por razones ecológicas, sino por razones económicas. Durante mucho tiempo, la separación de subproductos se realizó en tiraderos a cielo abierto, en condiciones insalubres para el personal seleccionador. Las plantas de selección ofrecen mejores condiciones de trabajo, ya que son instalaciones cubiertas, con la infraestructura necesaria para la actividad de selección, y además cuenta con las instalaciones sanitarias básicas de un centro de trabajo.

Actualmente el DF cuenta con 3 plantas de selección con una capacidad instalada conjunta de 5,500 toneladas por día.

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 subproductos las realizan cada uno de los grupos de selectores (antes pepenadores).

Tanto las actividades operativas como las de mantenimiento de las plantas de responsabilidad de la DGSU han sido contratadas con entidades del sector, que además incluyen actividades de control de fauna nociva, mantenimiento de básculas, traslado del personal del gremio de pepenadores de la planta de selección a las unidades habitacionales y viceversa, y verificación de los servicios de vigilancia a las instalaciones de las plantas.

En las 3 plantas existentes hay 9 empresas contratistas privadas; medianas y pequeñas que se encargan de atender las actividades operativas señaladas anteriormente, empleando a 415 trabajadores.

Además para atender el mantenimiento de las 3 plantas de selección se tiene contrato con otras 3 empresas contratistas privadas, las que a su vez emplean a 100 trabajadores.

Por otra parte la DGSU cuenta con personal profesional, administrativo y auxiliar propio, encargado de supervisar la labor de los contratistas. El control de las actividades operativas está compuesto por un grupo de 30 personas para las 3 plantas; la supervisión de las actividades de mantenimiento lo efectúan otras 30 personas, y el personal técnico, administrativo y servicios generales de mantenimiento lo integran 45 personas.

b. Desarrollo Social de los Pepenadores

Los primeros tiraderos a cielo abierto surgieron al este y oeste de la ciudad. Estos tiraderos abiertos de basura se constituyeron en fuentes de trabajo para cientos de familias que vivían con y de la basura. Para facilitar su labor diaria, los pepenadores se ubicaban en las proximidades o aún dentro de los mismos tiraderos, constituyendo asentamientos irregulares que no contaban con servicios de agua potable, alcantarillado y luz eléctrica. Como resultado de esta situación se produjeron graves problemas de salud, de tipo familiar y comunitario, tales como promiscuidad, alcoholismo, prostitución y drogadicción.

Ante la dimensión del problema social que significaban los tiraderos a cielo abierto, las autoridades plantearon acciones para solucionarlos. Estas acciones iniciaron con la clausura y saneamiento de estos sitios y a partir de 1985 empezó a operar el relleno sanitario de Bordo Poniente.

A través de la instauración de la técnica de relleno sanitario y concertación con los gremios de pepenadores, fue posible clausurar los tiraderos de Milpa Alta, Bordo Xochiaca, Tlalpan, Tláhuac, San Lorenzo y Santa Fe.

c. Plantas de Selección de Materiales

La operación sanitaria de los rellenos determinaba la ausencia de pepenadores en los frentes de trabajo, y en consecuencia las autoridades de la ciudad propusieron el funcionamiento de Plantas de Selección de subproductos, que ofreciesen condiciones de trabajo adecuadas a los pepenadores.

Las negociaciones y arreglo con los gremios de pepenadores fueron difíciles y la instalación de las 3 plantas de selección de subproductos de San Juan de Aragón, Bordo Poniente y Santa Catarina duraron casi 10 años.

c.1 San Juan de Aragón

Tiene una capacidad instalada de 2,000 ton/día, con cuatro bandas de selección en 2 módulos.

El personal de seleccionadores de esta planta es aproximadamente de 500 trabajadores, pero el promedio de seleccionadores que trabajó por día fue de 458 en 1997. Este personal se distribuyó en los 3 turnos (matutino, vespertino y nocturno).

c.2 Bordo Poniente

Esta planta tiene una capacidad instalada de 2,000 ton/día con cuatro bandas de selección.

El personal de seleccionadores de esta planta labora en tres turnos de 8 horas cada uno. El número de seleccionadores es aproximadamente de 400 personas pero el promedio de seleccionadores que trabajó por día en 1997, ascendió a 350 trabajadores, en los tres turnos.

Esta Planta de selección también informa que en 7 meses de 1997, ingresaron 950 toneladas de residuos especiales que incluyen algunos residuos peligrosos.

c.3 Santa Catarina

Esta planta tiene una capacidad instalada actualmente de 1,500 ton/día con tres bandas principales de selección, estando en proceso de ampliación de 1,000 ton/día adicionales.

En 1997 el personal de seleccionadores laboró en la planta en 2 turnos de 8 horas, aunque en algunos períodos sólo lo hizo en un solo turno. El número de seleccionadores es de aproximadamente 400 personas, pero el promedio de seleccionadores que trabajaron por día en los dos turnos alcanzó a 353 personas.

Esta planta empezó a funcionar en febrero de 1996, un año 8 meses después que las dos primeras.

Además del grupo de selectores de la planta hay un grupo constituido por aproximadamente 300 pepenadores que separan los productos en los propios frentes de trabajo del relleno controlado de Santa Catarina. Mayor información sobre los subproductos y asistencia del personal no se pueden obtener, porque la líder de este gremio de pepenadores no lo permite.

d. Condiciones de Salud de los Pepenadores

La información de la SSA y de la DGSU incluida en el documento "Relevancia de los Residuos Sólidos Municipales en la Salud Pública" de 1996, registra datos de atención en consulta externa según causa en muestras de segregadores de residuos sólidos en el DF.

En el Cuadro 4-31 se muestra que las infecciones respiratorias (36.1%) y las enfermedades diarreicas (12.4%) constituyen las principales causas de atención en consulta externa.

Cuadro 4-31: Atención en Consulta Externa Según Causa en Pepenadores de Residuos Sólidos (%).- DF 1995

Causa	%
Infecciones respiratorias(*)	36.1
Enfermedades diarreicas (*)	12.4
Accidentes y Violencia	9.3
Micosis	3.1
Infecciones vías urinarias	1.5
Trastornos genito-urinarios	9.9
Parasitosis	10.9
Tuberculosis	2.1
Otras causas	14.7
Total	100.0

Fuente: S.S.A. y DGSU
(*) Causas seleccionadas

En relación al cólera, un informe de la DGSU, reporta que ante un brote de esta enfermedad en la población de segregadores (pepenadores), se efectuó un estudio de la cadena de transmisión que permitió vincular la presencia de cucarachas (periplaneta americana), como vector del "vibrio cholera". Ello puso de manifiesto la importancia de controlar la fauna nociva que prolifera en las acumulaciones de residuos sólidos.

Los accidentes más frecuentes son: heridas de diverso tipo por objetos punzo cortantes en manos, dedos y brazos, contusiones y traumatismos tanto en extremidades como en la cabeza. Además se producen quemaduras y luxaciones.

En todas las plantas se registran concentraciones de partículas suspendidas o polvo. Aunque se dotó a los seleccionadores (pepenadores) del equipo necesario, ellos no quieren usarlo.

Los pocos datos obtenidos sobre accidentes graves en las 3 plantas de recuperación indican que en los 5 últimos años se han producido 6 accidentes peligrosos entre el personal de mantenimiento electromecánico. No hay datos sobre accidentes de pepenadores.

e. Gremios de Seleccionadores (pepenadores)

La organización vertical de los gremios de pepenadores en México data de hace tiempo, y el agente principal de esta organización recae en el denominado "líder" cuya figura histórica es el desaparecido Rafael Gutiérrez Moreno. Los actuales gremios o agrupaciones de pepenadores, en menor o igual grado, han seguido este tipo de organización vertical.

El líder controla el proceso de comercialización, y también mantiene la forma de distribución de los rendimientos económicos del funcionamiento de las plantas de selección. En esta distribución el líder y los "cabos" concentran una parte apreciable de los beneficios.

Estas organizaciones, cuyo reconocimiento legal como sociedad mercantil aún no está definido, son las siguientes:

- San Juan de Aragón: "Asociación de Selectores de Desechos Sólidos de la Metropoli A.C."
- Bordo Poniente: "Frente Unico de Pepenadores A.C."
- Santa Catarina: "Unión de Pepenadores del DF Rafael Gutiérrez Moreno A.C."

Estas organizaciones que aparentemente aparentan operar como cooperativas no son tales, ya que los segregadores (pepenadores) no son socios y los beneficios no se distribuyen como en una cooperativa. Se reitera que se trata de una empresa privada informal, prácticamente de propiedad del líder y su entorno que no paga impuestos, ni tampoco cotiza para el pago de beneficios sociales de su personal. Sin embargo informalmente el líder contrata un seguro médico de enfermedad y accidentes por el que tienen que pagar \$60 semestrales cada pepenador.

Los clientes de las plantas, en su mayoría intermediarios entre estas y las industrias de transformación de los subproductos, tienen establecidas sus relaciones comerciales con los líderes que se remontan a la época de los tiraderos y que en ocasiones no están sustentadas por la lógica empresarial de maximización de los beneficios.

En San Juan de Aragón sólo hay un comprador que es directamente transformador del material que compra, éste es RIMEX (Reciclados Industriales de México), que compra el plástico recuperado en la planta.

Las industrias a las que finalmente van a dar los subproductos son tanto nacionales o del exterior. Una estimación aproximada de ingresos por concepto de venta anual de subproductos durante 1996, es como sigue:

San Juan de Aragón	\$ 11.7 millones
Bordo Poniente	\$ 25.2 millones
Santa Catarina	\$ 28.7 millones

f. Beneficios Otorgados a los Pepenadores

Dentro del lento y largo proceso de negociación con los pepenadores, los beneficios y subsidios otorgados por el GDF han sido considerables y costosos:

- Inversión para la construcción e instalación de las 3 plantas de selección de subproductos.
- Gastos de operación de las 3 plantas.
- Gastos de mantenimiento de las 3 plantas.

- GDF impulsó la coordinación entre el FIVIDESU y SERVIMET para facilitarle a los pepenadores la adquisición de una vivienda propia. A través de FIVIDESU se construyeron 2 unidades habitacionales, una en Iztapalapa (Avenida 11) en la cual se les entregaron 170 viviendas de las 550 programadas; y la otra en Tláhuac (Unidad habitacional Manuel II. López) donde se entregaron 131 viviendas a los pepenadores de las 204 programadas.
- Se gestionó ante la Secretaría de Educación Pública la inscripción de 1,200 niños y jóvenes en los centros educativos circundantes en las nuevas viviendas.
- Se brindó el apoyo necesario a aquellos pepenadores que optaron por una “indemnización”; así como facilidades para su traslado al lugar indicado por las 127 familias que así lo solicitaron.
- Una vez instaladas las familias en las nuevas unidades habitacionales, se les brindó apoyo para su incorporación a la sociedad, con 1 trabajador social por cada 10 familias.
- Se les apoya mediante el traslado del personal de seleccionadores de sus viviendas a la planta y viceversa.
- La DGSU apoyaba con la carga de los subproductos recuperados al vehículo del comprador.

4.5 Sistema Institucional, Organizativo y Financiero

4.5.1 Sistema Institucional de Manejo de los Residuos Sólidos

4.5.1.1 Legislación y Reglamentación

En México, cualquier tema, como el que se refiere a los aspectos ambientales, tiene como sustento legal a la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**, la cual establece, en varios de sus artículos, conceptos relacionados con el cuidado del ambiente, los recursos naturales y la salud pública, los mismos que a continuación se indican:

El Artículo 4 establece el derecho que toda persona tiene a proteger su salud, indicando además que los desequilibrios a los ecosistemas no deben afectar a la población ni a los individuos.

El Artículo 24 señala que el uso y la explotación de los recursos productivos debe hacerse cuidando la conservación de los mismos y la del medio ambiente también.

El Artículo 27 establece la necesidad de conservar los recursos naturales y de prestar atención a los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio.

El Artículo 73 se refiere a la expedición de Leyes en materia de protección al ambiente y de restauración del equilibrio ecológico.

Dentro del marco regulatorio ambiental en México, se cuenta con los instrumentos que permiten definir los criterios para diferenciar los residuos peligrosos de los no peligrosos, las facultades que los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal tienen para con ellos; así como las obligaciones y preceptos específicos que aplican a los peligrosos.

El punto de vista normativo, la participación de una serie de Organismos e Instituciones tanto del Sector Público como del Sector Privado y Social se indican en las siguientes figuras.

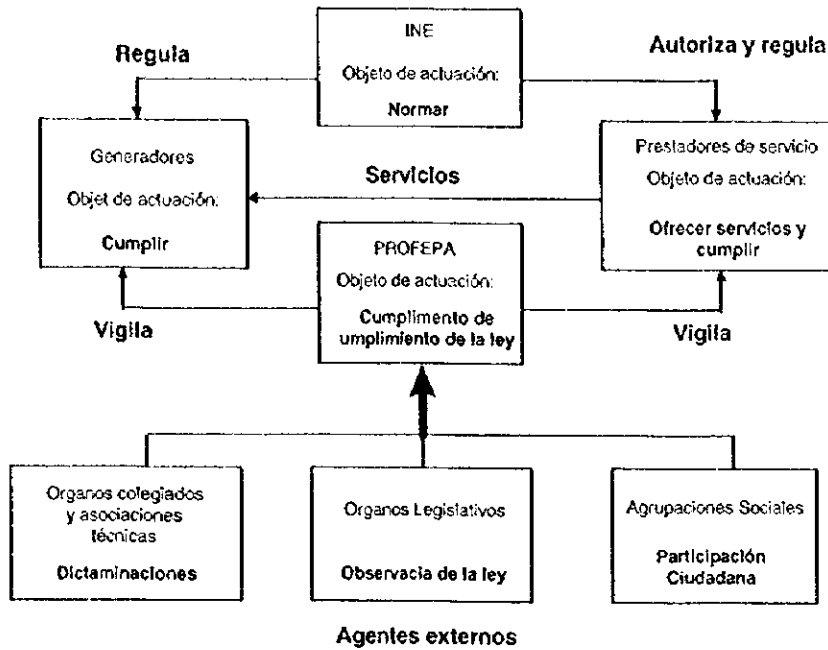


Figura 4-10: Esquema Normativo Institucional referente al Control de Residuos Peligrosos

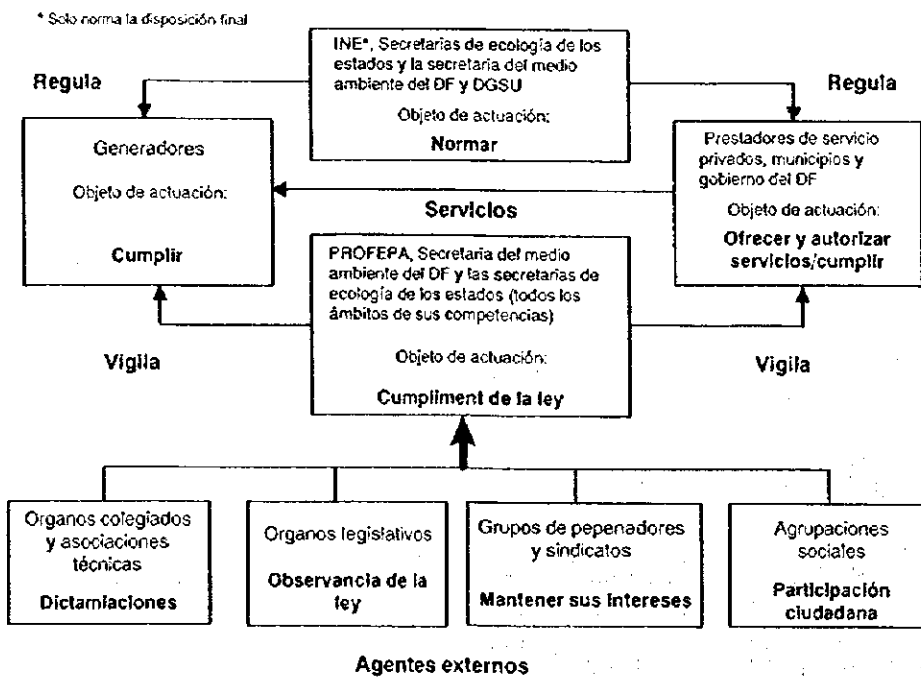


Figura 4-11: Esquema Normativo Institucional referente al Control de Residuos Municipales

En lo que se refiere al ámbito exclusivamente del Distrito Federal, las responsabilidades en materia operativa y de regulación, conviene señalar las obligaciones y facultades que, a los diferentes instrumentos regulatorios, le otorgan a las áreas centralizadas de la administración pública del Distrito, que tienen a su cargo alguna función.

Un Convenio de Coordinación entre el Ejecutivo Federal, el Estado de México, el Departamento del Distrito Federal y Organismos paraestatales del área energética fue publicado el 17 de septiembre de 1996, creando la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM).

Esta Comisión es "un órgano de coordinación en la planeación y ejecución de acciones en la zona conurbada limítrofe con el DF en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico."

Entre sus funciones, dos tratan directamente de desechos:

- IX. Concertar y coordinar la adopción de acciones conjuntas para la atención de la problemática de la zona conurbada en materia de recolección, tratamiento y disposición final de desechos.
- XI. Preparar y proponer el Programa Ambiental Metropolitano, así como el Programa Metropolitano de Desechos.

Finalmente el Decreto por el que se reforma el Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1ero. de diciembre de 1997, señala las siguientes atribuciones en el Artículo 33, para la DGSU, en relación con el manejo de los *residuos municipales*.

- Establecer, en coordinación con las autoridades competentes, criterios y normas técnicas para las actividades de *minimización, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final* de desechos sólidos, restaurar sitios contaminados, así como establecer los sistemas de reciclamiento y tratamiento de desechos sólidos;
- Realizar los estudios, proyectos y la construcción, conservación y mantenimiento de *obras de infraestructura* para el manejo de los desechos sólidos, estaciones de transferencia, plantas de selección y aprovechamiento, así como *sitios de disposición final*;
- Organizar y llevar a cabo el *tratamiento y disposición final* de los desechos sólidos, así como la *operación de las estaciones de transferencia*;
- Recibir las *obras nuevas que requieran servicios urbanos* y que ejecuten otras dependencias, unidades administrativas y órganos desconcentrados del Distrito Federal.

4.5.1.2 Entidades Involucradas

Desde el punto de vista normativo, la participación de una serie de Organismos e Instituciones tanto del Sector Público como del Sector Privado y Social se indica en las Figura 4-10 y Figura 4-11.

El Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, aprobado por la Asamblea de Representantes, en 1989, determinó que dichos servicios comprenden:

- I. El barrido de vías públicas;
- II. La recolección de residuos sólidos, y
- III. El diseño, instrumentación y operación del sistema de almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento y disposición final de dichos residuos.

A la DGSU, le corresponde la operación de los sistemas de transferencia, tratamiento y disposición final; y en coordinación con las delegaciones políticas, llevar a cabo la limpieza de la red vial primaria y la recolección de acumulaciones de residuos en la vía pública.

En particular le corresponde a las **Delegaciones Políticas** proporcionar el servicio de recolección domiciliaria, la limpieza de avenidas secundarias y locales.

De todo lo antes indicado - con relación al manejo de los residuos sólidos municipales que no presenten algunas de las características de peligrosidad que señalan el Marco Regulatorio Ambiental en materia de residuos peligrosos - queda claro que la facultad para normar en cuanto a la disposición final de esos residuos le corresponde a la SEMARNAP a través del Instituto Nacional de Ecología (INE) quién es el órgano responsable de expedir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes.

Ahora bien, la normatividad relacionada con el manejo de estos residuos, exceptuando la disposición final de los mismos, le corresponde a la **Secretaría del Medio Ambiente** y a la DGSU, ambas instancias del Gobierno del Distrito Federal, así como a las Entidades Federativas de la República Mexicana, todo ello en el ámbito de sus competencias.

La regulación administrativa del manejo de los residuos municipales, incluyendo su disposición final le corresponde a los Gobiernos de los Estados, y en el Distrito Federal a la **Secretaría del Medio Ambiente así como a la DGSU**.

La autorización de las diferentes actividades relacionadas con el manejo de estos residuos, en la República Mexicana le corresponde a los **Gobiernos Municipales**; mientras que en el Distrito Federal esta facultad es compartida por diferentes instancias como a continuación se indica:

- Recolección de residuos a las **Delegaciones Políticas**
- La transferencia y tratamiento de residuos a la DGSU
- El establecimiento de sitios de disposición final, a la **Secretaría del Medio Ambiente conjuntamente con la DGSU**.

Como el principal integrante de la Zona Metropolitana del Valle de México, el DF participa y ejerce la primera Presidencia de la **Comisión Ambiental Metropolitana**, creada en Septiembre de 1996.

Son miembros **permanentes** de la Comisión el titular de la SEMARNAP y los Gobernadores del DF y del Estado de México. Son miembros de carácter **eventual** los demás titulares de las Secretarías del Gobierno Federal y de los Organismos que componen la Comisión.

El **Reglamento Interno** de la CAM fue publicado el 9 de julio de 1997, y establece su organización y funcionamiento.

En 1998 fue firmado un acuerdo para establecer una comisión para el manejo metropolitano de los residuos sólidos entre el GDF y el EM que será independiente de CAM.

Finalmente se deben mencionar las competencias que la **Secretaría de Obras y Servicios** tiene, con relación al control de los residuos sólidos municipales no-peligrosos, las cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 4-32: Competencias para el Manejo de RS Municipales en el DF

COMPETENCIAS ACTIVIDADES	QUIEN NORMA	QUIEN REGULA	QUIEN AUTORIZA	QUIEN OPERA	QUIEN VIGILA
BARRIDO Y LIMPIEZA	SMA DGSU	SMA DGSU	DELEG. DGSU	DELEG. DGSU	SMA
RECOLECCION	SMA DGSU	SMA DGSU	DELEG. DGSU	DELEG. DGSU	SMA
TRANSFERENCIA	SMA DGSU	SMA DGSU	DGSU	DGSU	SMA
TRATAMIENTO	SMA DGSU	SMA DGSU	DGSU	DGSU	SMA
DISPOSICION FINAL	INE	SMA DGSU	SMA DGSU	DGSU	SMA PROFEPA

SMA: Secretaría del Medio Ambiente, del GDF.
DGSU: Dirección General de Servicios Urbanos, de la Secretaría de Obras y Servicios del GDF
INE: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.
DELEG.: Delegaciones Políticas del DF.
PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP.

El manejo de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de México considera, además de las clásicas etapas de barrido, recolección y disposición final, la transferencia y el tratamiento (segregación de reciclables) de los residuos. Prácticamente, en todas las etapas de manejo, además de los procedimientos tradicionales que se aplican, con más o menos los mismos criterios operativos que se utilizan en otras partes del mundo, acompañan a ellos otros de tipo **informal**, que no están reconocidos oficialmente por la autoridad responsable y que, aunque son tolerados de alguna manera, en ciertos casos pueden ser tipificados como actividades irregulares.

4.5.1.3 Hechos Muy Recientes

Durante el periodo en que se hacen los estudios para el Plan Maestro, el GDF desarrolla actividades en dos vertientes, con fuerte impacto en el Sistema de MRS.

La primera mira a la formación de una **comisión metropolitana para el manejo de residuos** no vinculada a la CAM. La disposición final de los residuos del DF y de otros municipios integrantes de la ZMVM es uno de los temas de esa comisión.

La segunda negociación ya resultó en un reciente acuerdo del GDF con la Sección 1 del Sindicato Único de Trabajadores del GDF.

4.5.2 Sistema Organizacional de Manejo de los Residuos

Este sistema se presenta a través de los diagramas siguientes.

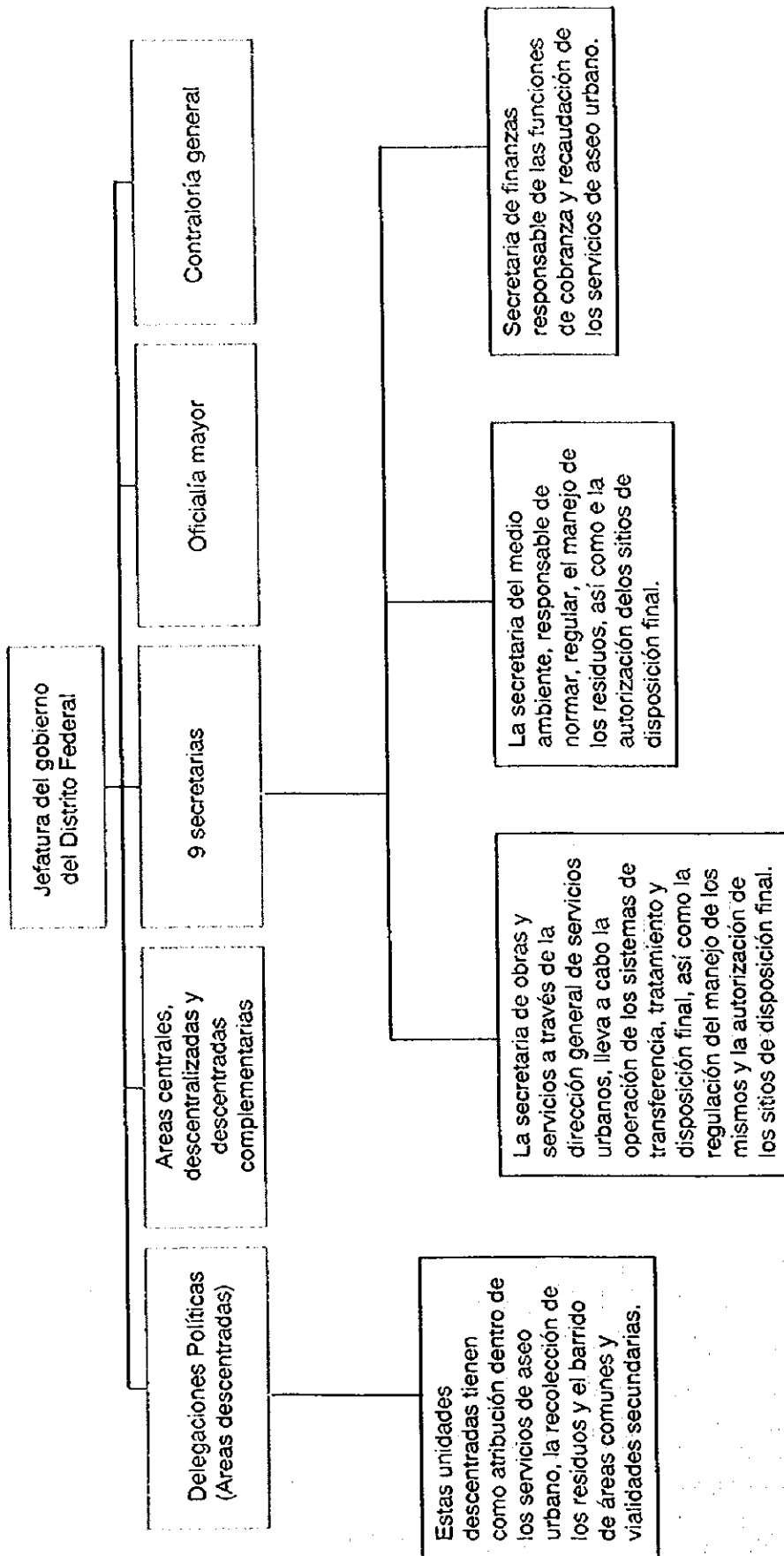


Figura 4-12: Estructura Orgánica del GDF, Señalando las Instancias Responsables del Manejo de Residuos

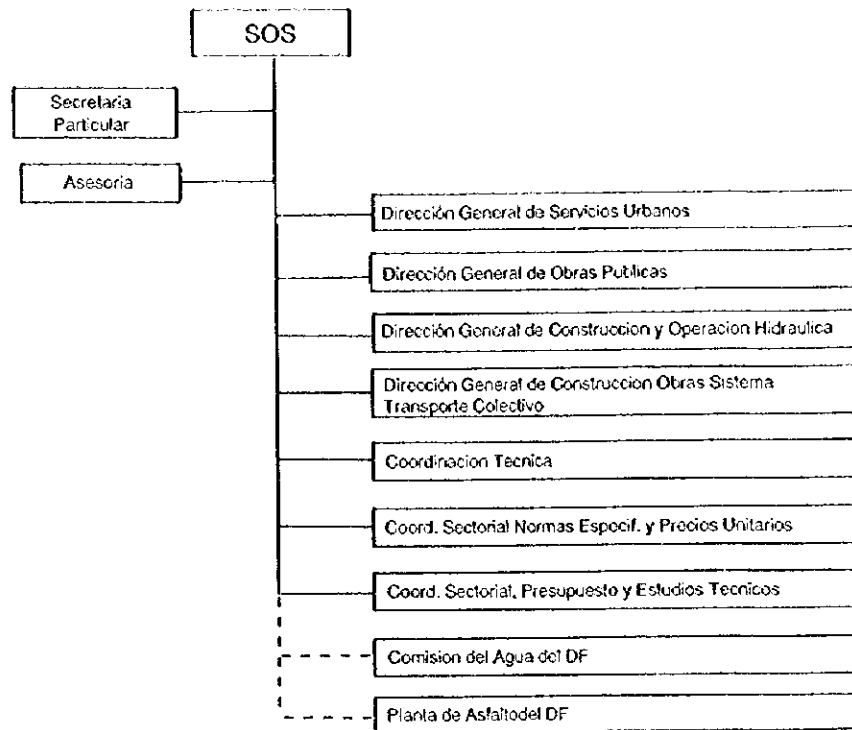


Figura 4-13: Estructura Orgánica de la Secretaría de Obras y Servicios

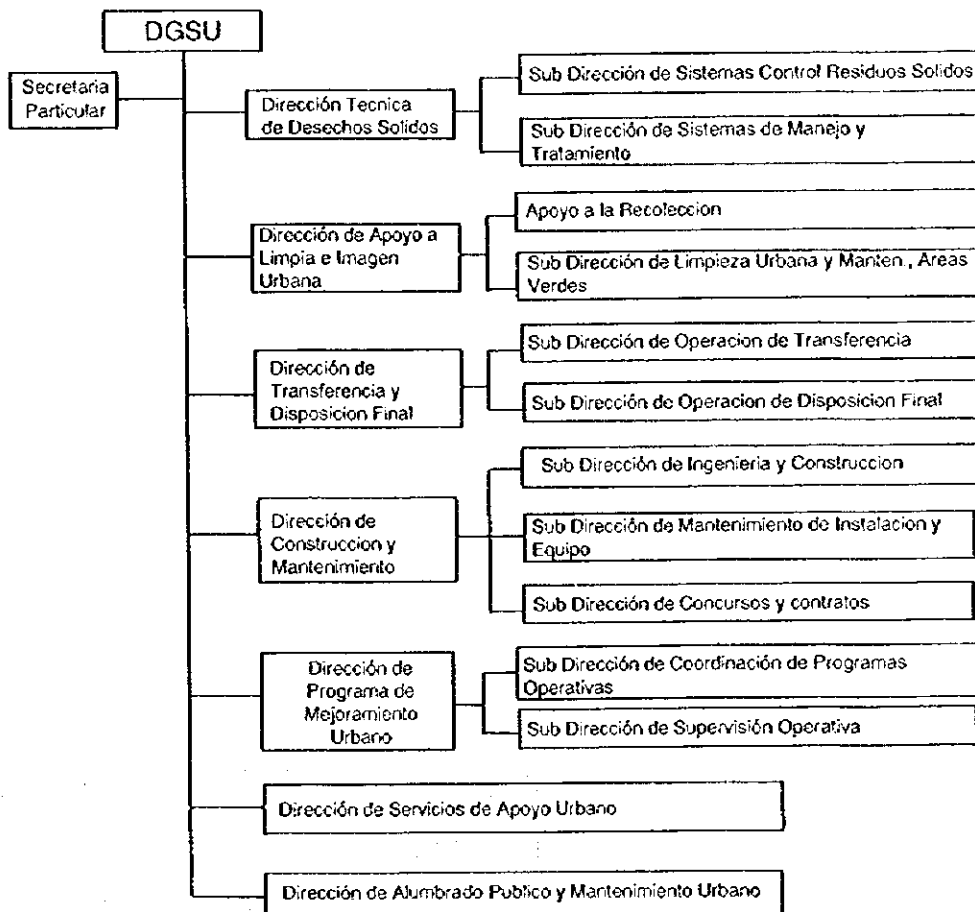


Figura 4-14: Estructura Orgánica del DGSU

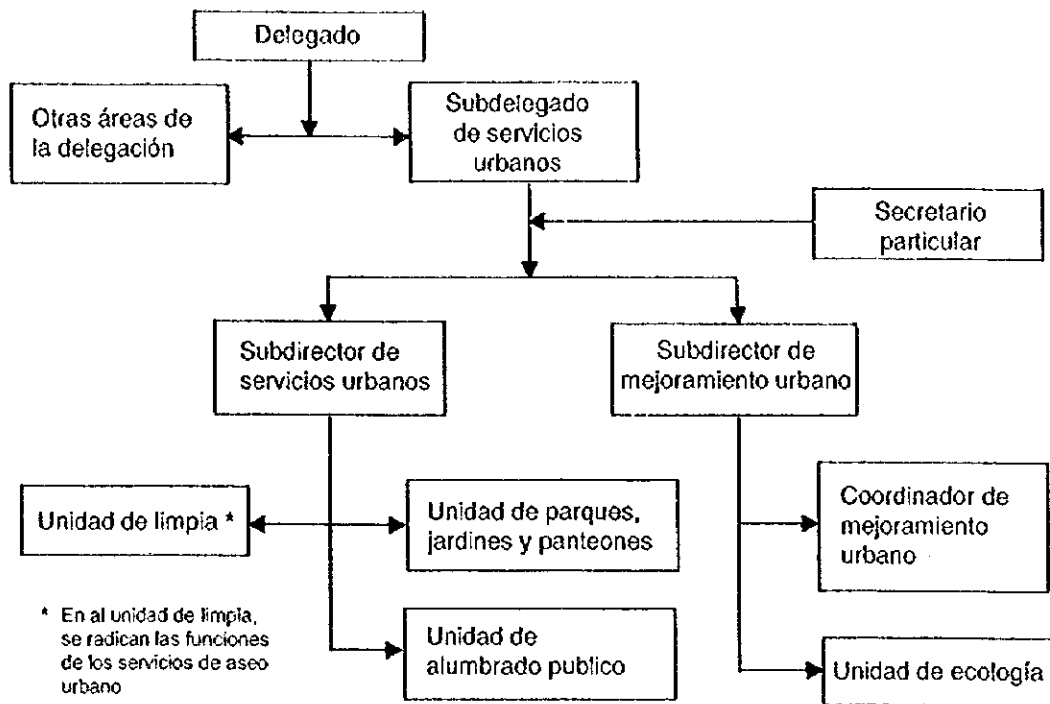


Figura 4-15: Estructuras de Delegaciones: Ejemplo - Delegación Benito Juárez

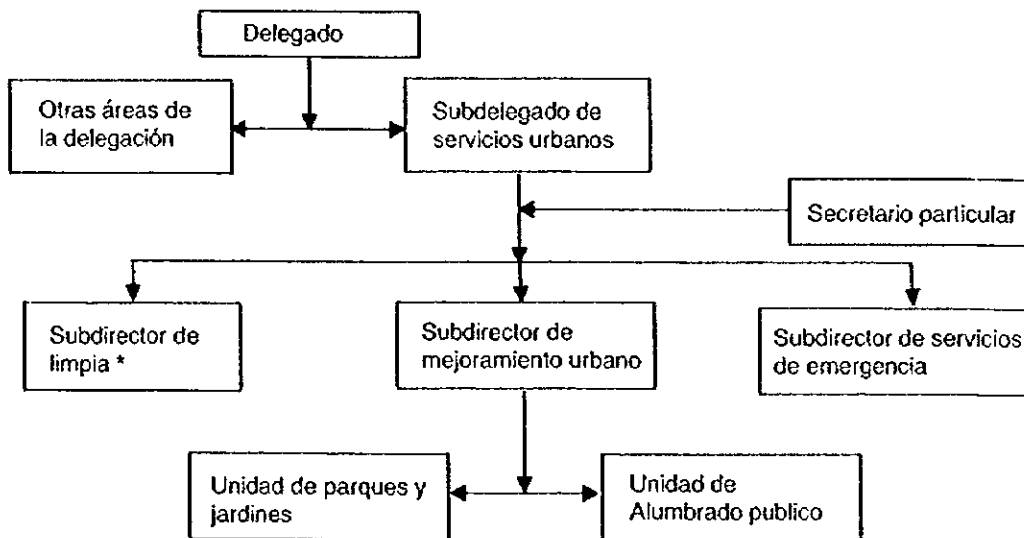
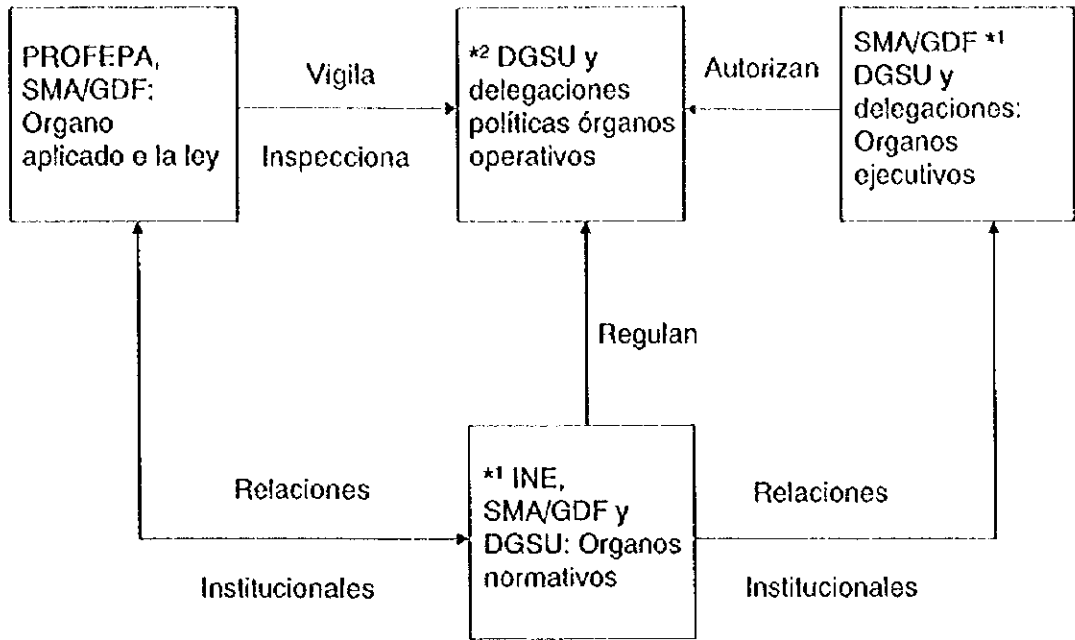


Figura 4-16: Estructuras de Delegaciones: Ejemplo - Delegación Miguel Hidalgo



- *1 Solo en la parte de disposición final
- *2 Solo disposición final, tratamiento y transferencia

Figura 4-17: Estructura Funcional del Manejo de Residuos Municipales, en el DF

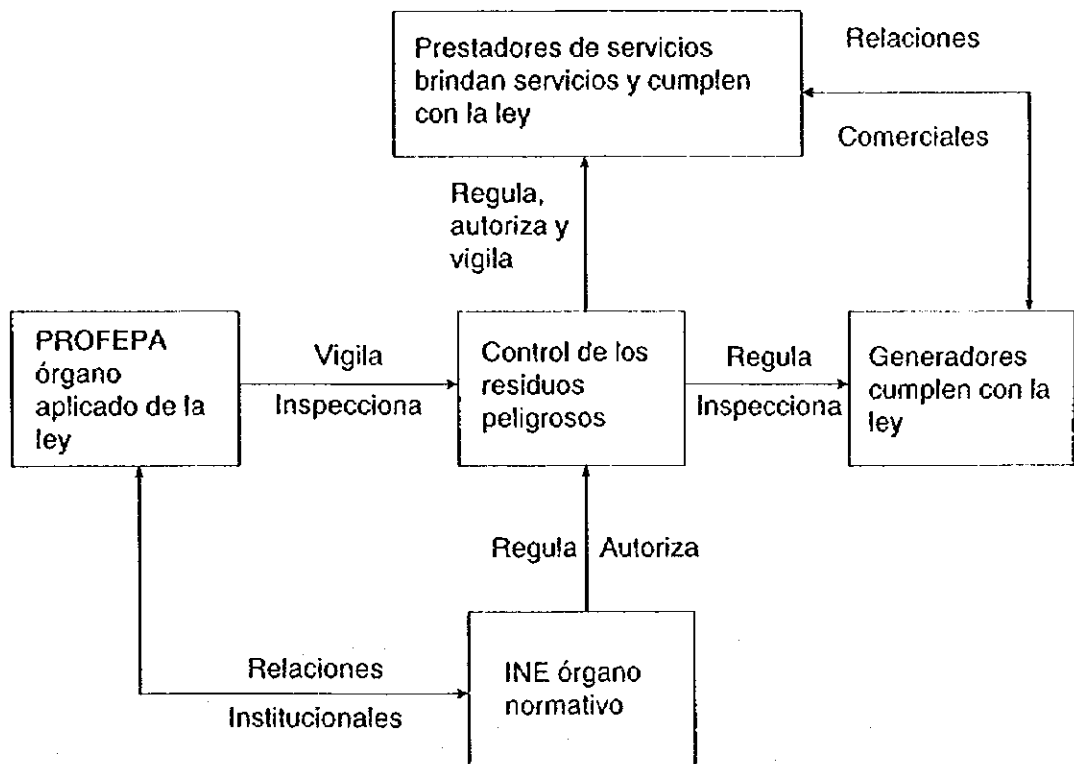
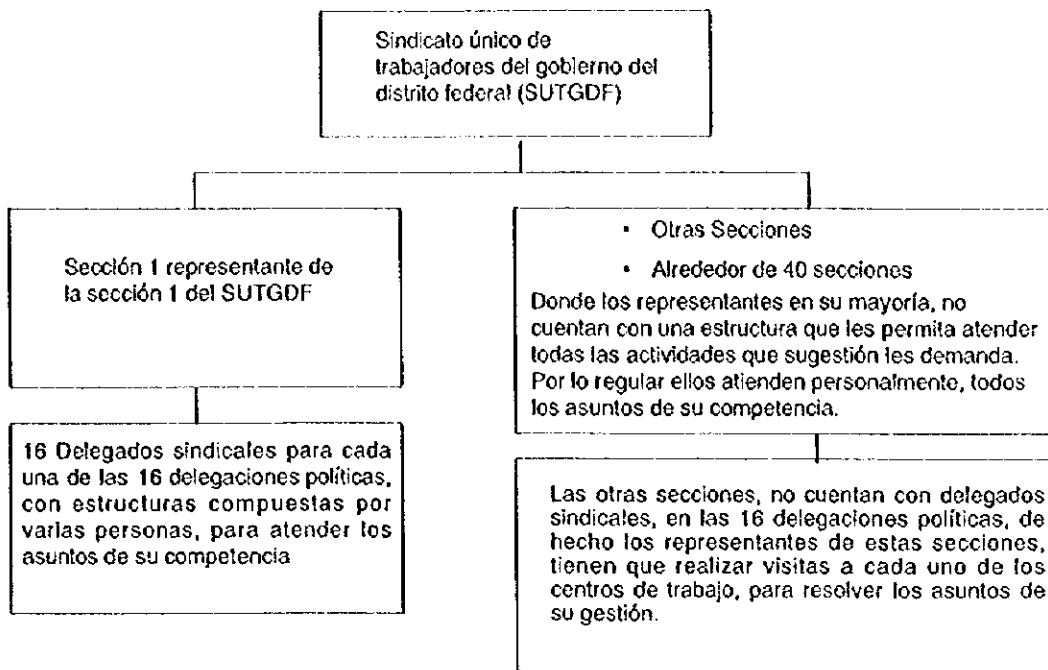


Figura 4-18: Estructura Funcional del Manejo de Residuos Peligrosos, en el DF



Nota:
En la dirección general de servicios urbanos, no hay representante sindical proveniente de la sección 1 del SUTGDF, ya que en su mayoría, el personal basicado, que cuenta con el respaldo sindical, esta asignado a las secciones No. 5 (Pavimentos), No.10 (Ecología), No. 9 (Obras publicas), pero sobre todo a la No.8 (Alumbrado publico).

Figura 4-19: Estructura Resumida del Sindicato Único de Trabajadores del GDF, con énfasis en la Sección No. 1

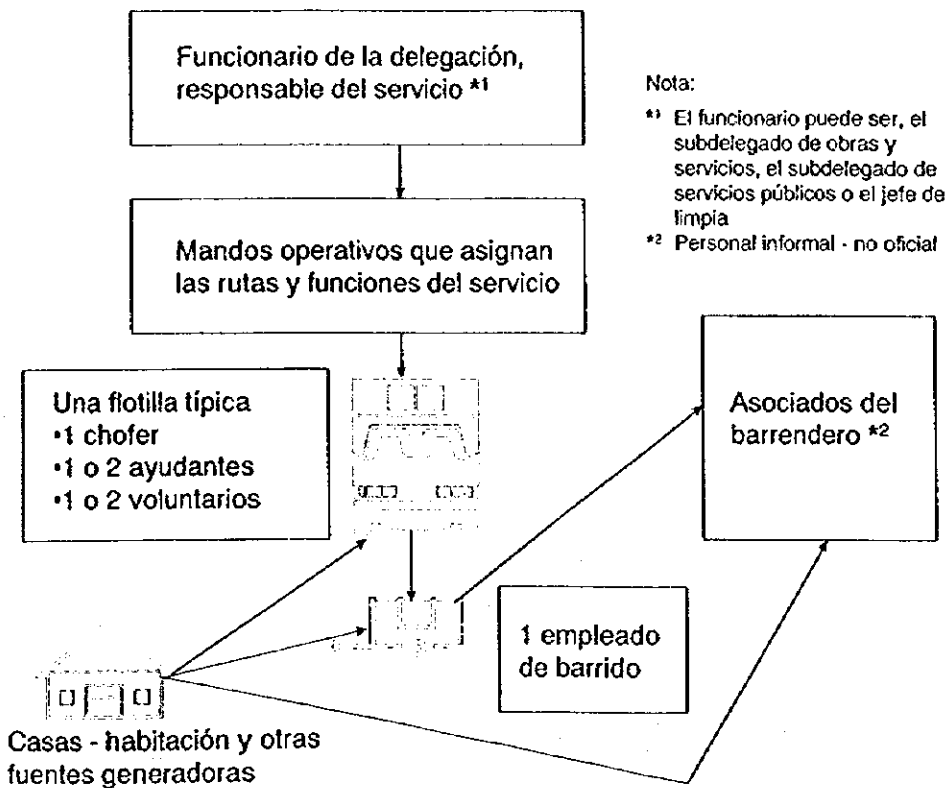


Figura 4-20: Estructura Simplificada Funcional del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos

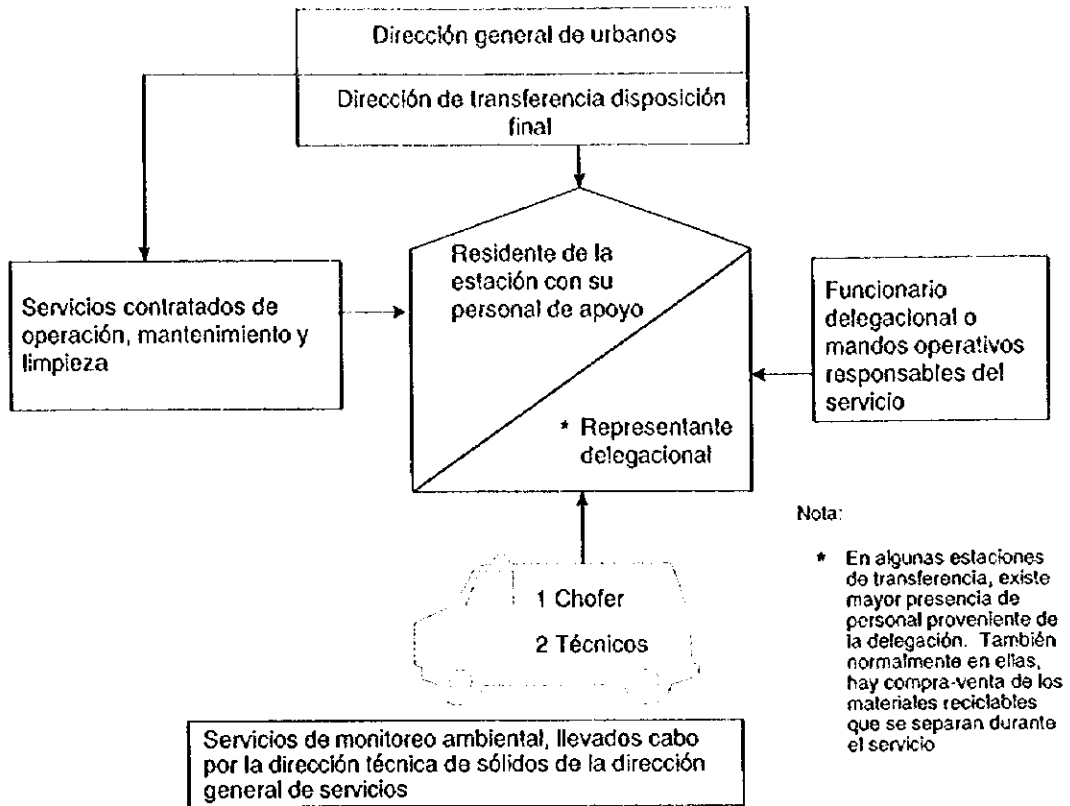


Figura 4-21: Estructura Simplificada Funcional de una Estación de Transferencia

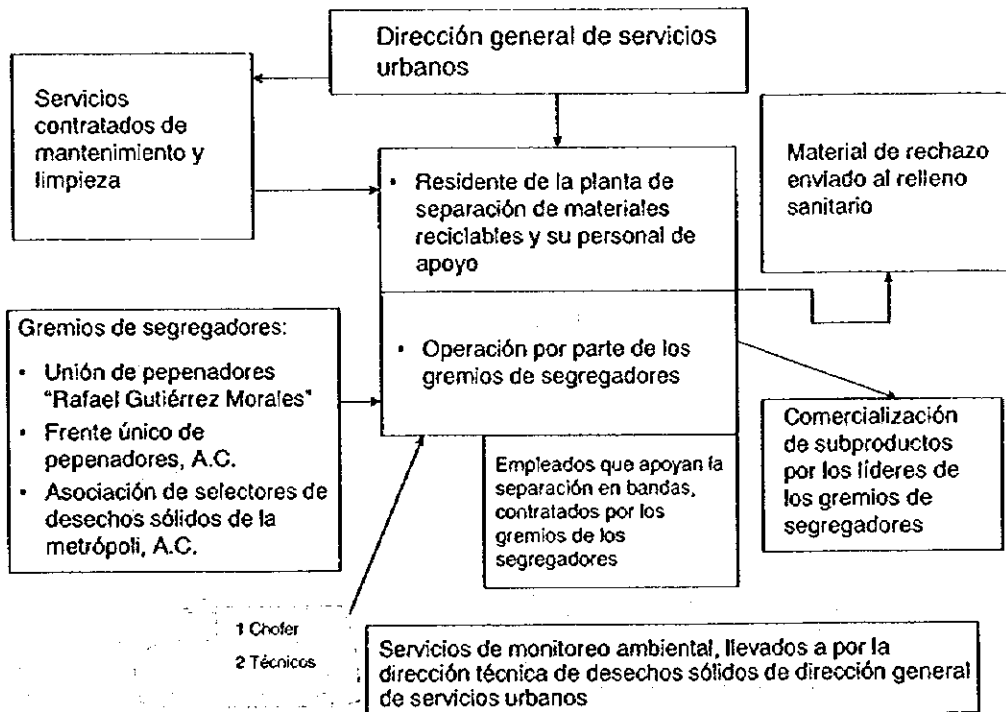


Figura 4-22: Estructura Simplificada Funcional de una Planta de Segregación de Reciclables

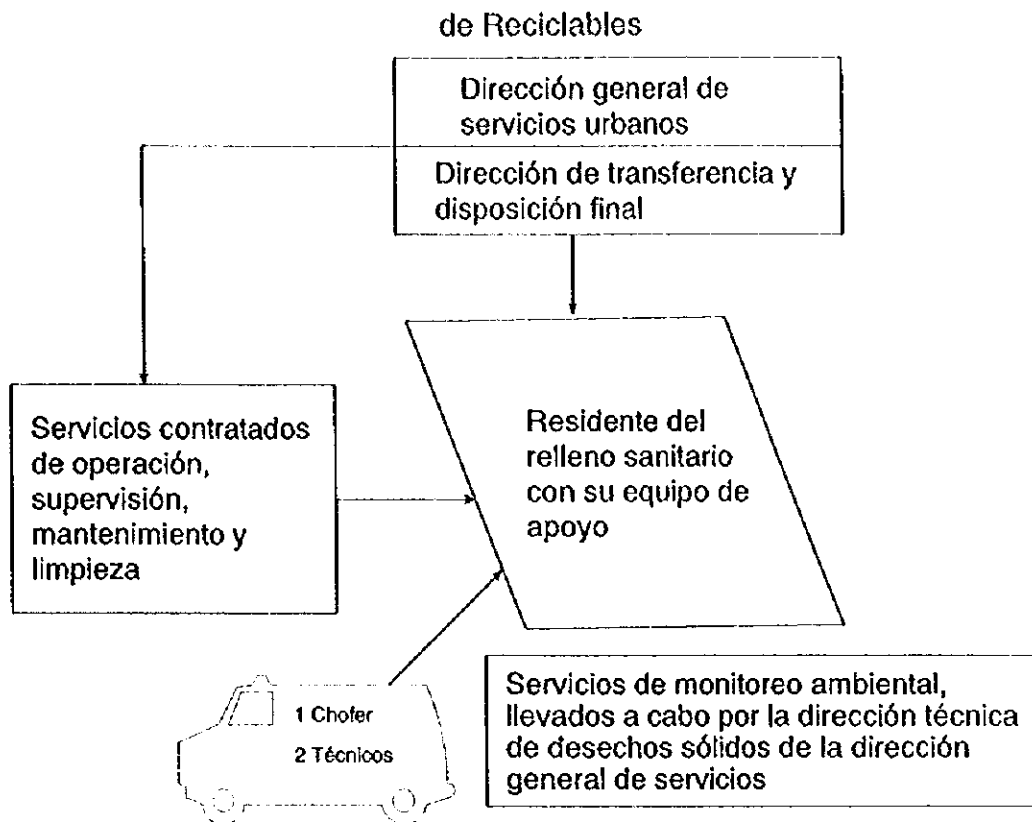


Figura 4-23: Estructura Simplificada Funcional del Relleno Sanitario de Bordo Poniente

4.5.3 Sistema Financiero

4.5.3.1 Esquema de Financiamiento

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) es responsable de desarrollar los presupuestos federales, al mismo tiempo que se asegura de que se reflejen las prioridades de inversión en los presupuestos de las instancias federales; el Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBRAS) por su parte funciona como la mayor fuente de financiamiento para la inversión en el área de residuos sólidos municipales y asistencia técnica. Los recursos financieros bajo el auspicio de agencias internacionales de préstamo los proporciona el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agropecuario (IFAD). Agencias bilaterales también se coordinan con la SHCP de acuerdo con el Programa Operativo Nacional (PON) con las dependencias que delinean proyectos a través de BANOBRAS, la SEDESOL, el fondo de infraestructura (FINFRA, fideicomiso integrado a BANOBRAS) y de Nacional Financiera (NAFINSA, que es una dependencia nacional de desarrollo que pertenece al gobierno). Se llevan a cabo las operaciones financieras a través del uso de recursos fiscales que son canalizados directamente por la SHCP a través de licitaciones a la SEDESOL, SEMARNAP y a los estados y municipios, para así poder financiar los "Acuerdos Únicos de Desarrollo" que son elaborados por los Comités de Planeación Estatal (COPLADES) y los Comités de Planeación Municipal (COPLADEMUN).

Además, los recursos propios de BANOBRAS están destinados a los estados y municipios para que lleven a cabo proyectos específicos en poblaciones con menos de 100,000 habitantes. De igual manera, se canalizan algunos recursos para financiar a concesionarios privados de los servicios de residuos sólidos urbanos, y se estudia la posibilidad de ampliar estos recursos a algunos generadores de residuos, tales como los hospitales.

4.5.3.2 Sistema de Información Financiera

El público en general y el gobierno están preocupados de que los fondos que se perciben por impuestos, cargos y cobros impuestos por el gobierno se usen de manera eficiente y eficaz para los propósitos con que fueron concebidos. En el supuesto de que estos ingresos se hayan utilizado para inversión de capital, el público en general puede preocuparse también en qué tanto se utilizaron y cómo se distribuyeron de acuerdo con las prioridades. Con esto en mente, sería más apropiado dar énfasis al concepto del costo que a los ingresos de activos fijos para el sector público, mientras el auge de las actividades comerciales en el sector privado depende de los ingresos o rentabilidad y fortaleza en general de las entidades.

En México, como en otras partes, la falta de acceso a la información contable a nivel gubernamental, estatal y municipal ha guiado a un sistema de información público mal manejado y a un público hasta cierto punto crítico acerca del nivel de administración y responsabilidad atribuido a los gobiernos del DF, estatal y municipal.

4.5.3.3 Contabilidad Pública

El sistema de contabilidad y de reportes financieros que se utiliza actualmente en la DGSU y en otras ramas administrativas del gobierno del DF es, en principio, un sistema de contabilidad de efectivo que registra únicamente los ingresos (presupuesto gubernamental del estado) y los gastos cuando se recibe el efectivo y se distribuye a partir de las cuentas especiales abiertas en la banca mexicana. Existen cuatro tipos de cuentas implantadas para manejar y reportar las grandes cantidades/valores de los activos y una serie de transacciones monetarias de cada transacción del proyecto, como: cuenta de efectivo (transacción en efectivo), contabilidad en almacén (contabilidad de cantidad), contabilidad de inventarios no vendibles (inventarios y otros activos circulantes perecederos) y contabilidad de maquinaria y equipo (activos fijos). No se considera mucho la depreciación de los activos fijos.

Con la emisión de las cartas de crédito (C/C) por parte de la Secretaría de Finanzas y Control para Banco de México, los gastos anuales se limitan a la cantidad máxima que define la Carta de Adjudicación de Presupuesto. A fin de reducir los gastos anuales de cada esquema/proyecto como el que nos ocupa, no existen saldos presupuestales al final del ejercicio fiscal, que se llevan como saldos iniciales del año siguiente.