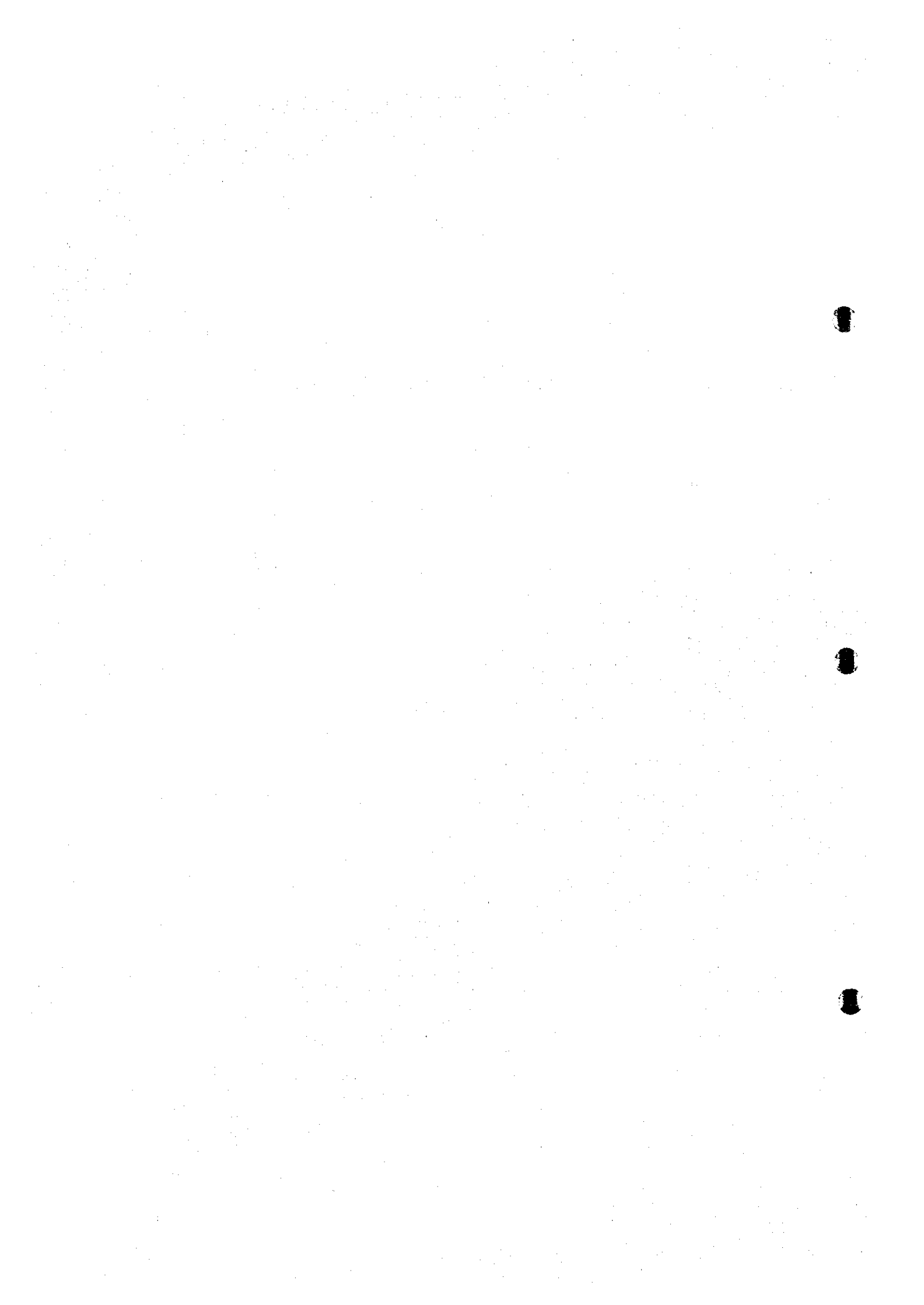


# Capítulo 7

---

*El Plan Maestro*



## 7 El Plan Maestro

### 7.1 Bosquejo del Plan Maestro

#### 7.1.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento

En la actualidad no se lleva a cabo la separación en fuente en el DF. Empero, si se toma en cuenta la consecuencia futura del MRS en el DF, la separación en fuente es ineludible. A continuación se muestra un plan para la separación en fuente propuesto por el P/M.

##### a. Calendario de Tiempos

Se introducirá la descarga separada gradual dentro del subsistema, considerándose como meta una tasa de separación de 100% en el año 2004 dentro del P/M.

Por otra parte, en años posteriores y de manera gradual se introducirá el programa de "separación en fuente" a aquellos generadores que reciben los servicios de recolección de residuos por parte de las delegaciones, poniendo especial interés en la experiencia acumulada con el subsistema y calculando como meta una tasa de separación de 50% en el año 2010.

Se muestra el programa de descarga y recolección separada del P/M en la Figura 7-1.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Sistema de Separación en Fuente</b>												
<b>SUBSISTEMA</b>	Descarga Mixta					100%	Descarga Separada					
<b>DELEGACION</b>			Descarga Mixta									50%
								Descarga Separada				

Figura 7-1: Programa de Descarga y Recolección Separada

##### b. Conceptos de Separación

El éxito para cambiar el patrón que siguen los generadores - de una descarga de residuos mixtos a la separación en fuente - depende en gran medida de sus convicciones y empeño. En esencia, entre menor número de categorías se establezcan, mayores serán las posibilidades de separación desde la fuente de generación.

A partir de 1996, la DGSU realiza un programa piloto de tres categorías para separación en fuente en algunas instituciones públicas y unidades habitacionales, en el cual están participando cerca de 8,500 personas. Se alcanzó un nivel de separación en fuente de 92% en promedio durante 1998.

En vista del resultado, se propone dividir en tres categorías la separación en fuente (orgánicos, reciclables y otros).

El proyecto piloto mencionado anteriormente parece haber captado la atención por parte de los generadores, ya que eran instituciones educativas, públicas y unidades habitacionales en las que se suponía la cooperación colectiva, por lo que unánimemente respondieron al proyecto.

Por otra parte, los servicios de recolección por parte de las delegaciones se prestan a generadores individuales, cuyos esfuerzos para la separación en fuente son poco rastreables. Ya que se anticipa que los generadores no alcancen este nivel de separación en fuente en tres grupos (como en el proyecto piloto) dentro de los servicios de las delegaciones, se propone utilizar un sistema con las categorías de separación más simples (dos categorías: reciclables y otros) para la separación en fuente en los servicios de la Delegación.

Cuadro 7-1: Categorías de Separación en Fuente

Sistema	Tipo de Separación	Categoría de Residuos
Subsistema	Separación en 3 categorías	orgánico, reciclables y otros
Delegación	Separación en 2 categorías	reciclables y otros

## 7.1.2 Sistema de Recolección y Transporte

### a. Métodos de Recolección

Los métodos de recolección para los residuos descargados de manera separada incluyen los siguientes:

- **Recolección en vehículo normal**
- **Recolección en puntos**
- **Recolección en vehículos especiales**

En vista de la ventaja de utilizar el sistema de recolección actual (es decir, el mayor uso posible de los recursos actuales y ahorro en costos), la **recolección en vehículo normal** parece ser lo más recomendado para el método de recolección separada en el P/M. Por otra parte, respecto a la recolección separada en mercados, en la cual se concentran mayores generadores, se podría recomendar la **recolección en puntos**, si estos puntos pueden manejarse como parte de las instalaciones del mercado.

### b. Sistema de Transporte

#### b.1 Estación de Transferencia

Las inspecciones visuales actuales de los residuos se llevan a cabo en las estaciones de transferencia, para poder determinar el destino óptimo de los residuos (P/S o sitios

de disposición final) para los residuos respectivos que ingresan en estos lugares. Por lo tanto, aún en el caso de que se implante el sistema de recolección separada en el futuro, se presupone que el sistema actual de las estaciones de transferencia es capaz de afrontar el cambio.

## **b.2 Transporte**

Es el transporte separado por medio del cual se acarrearán los residuos: de la estación a la P/S, de la estación al sitio de disposición final y de la P/S al sitio de disposición final. Por lo tanto, se considera que el sistema actual podrá adaptarse al sistema de transporte futuro, en el cual los residuos mixtos y separados serán acarreados de manera independiente.

### **7.1.3 Sistema de Tratamiento Intermedio**

Los objetivos que persigue el sistema de tratamiento intermedio son la reducción del volumen de residuos que van a ser dispuestos y el reciclaje de materiales. Existen tres plantas de selección en el DF, pero su tasa de recuperación de materiales no es suficientemente alta.

En el P/M se planea mejorar la eficiencia de estas P/S e instalar una nueva planta de compostaje. Esta última será alimentada con residuos orgánicos provenientes del subsistema y aumentará su capacidad a medida que avance el programa de separación en fuente.

En la segunda mitad de la Fase 3 del P/M(2005-2010), siempre y cuando se anticipe la escasez de espacio del sitio de disposición final, se examinará la posibilidad de introducir un incinerador.

### **7.1.4 Sistema de Disposición Final**

El nivel del método de disposición final empleado actualmente por el GDF es alto, y algunas mejoras menores en el sistema de tratamiento de lixiviados serán suficientes para operar de manera técnicamente satisfactoria el sitio de disposición final de Bordo Poniente.

Aunque se utilice de manera muy eficiente el sitio de disposición final de Bordo Poniente, es un hecho que el GDF necesitará otro sitio nuevo para la disposición final aproximadamente en el año 2013, además de la Etapa V. Empero, bajo las condiciones actuales de uso de suelo del DF, la búsqueda de un nuevo terreno para el sitio de disposición final dentro del DF enfrentará serias dificultades.

Ya que se anticipa que la coordinación con los municipios fuera del DF para el establecimiento futuro de un relleno requerirá mucho tiempo para discutirlo antes de instrumentarlo, la coordinación entre el GDF y otras entidades para el relleno futuro (a utilizarse después del año 2013) debe iniciar cuando mucho alrededor del año 2007.

### **7.1.5 Bosquejo del Plan Maestro**

El Cuadro 7-2 muestra el bosquejo del Plan Maestro.

Cuadro 7-2: Bosquejo del Plan Maestro

		Datos de 1997	Fase 1 (1999 - 2001)	Fase 2 (2002 - 2004)	Fase 3 (2005 - 2010)
<b>Población</b>		8,610,000	8,654,000-8,747,000	8,796,000-8,896,000	8,946,000-9,206,000
<b>Cantidad de residuos generados (ton/año)</b>					
Hogares		1,926,000	1,946,000-1,965,000	1,976,000-1,998,000	2,009,000-2,072,000
Comercios		1,210,000	1,217,000-1,223,000	1,229,000-1,236,000	1,244,000-1,267,000
Servicios		636,000	642,000-649,000	652,000-657,000	659,000-669,000
Especiales		130,000	131,000-134,000	134,000-136,000	136,000-140,000
Otros		267,000	268,000-270,000	271,000-275,000	276,000-282,000
<b>Total</b>		<b>4,169,000</b>	<b>4,204,000-4,241,000</b>	<b>4,262,000-4,302,000</b>	<b>4,324,000-4,430,000</b>
<b>Descarga/Almacenamiento</b>					
	Subsistema	-	Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente	Mantener la separación en fuente
	Delegación	Mixta	Mixta	Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente
<b>Recolección</b>					
Cantidad (ton/año)	Subsistema	-	853,000-858,000	861,000-867,000	870,000-884,000
	Delegación	4,169,000	3,293,000-3,325,000	3,342,000-3,376,000	3,395,000-3,485,000
Método	Subsistema	-	Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente	Mantener la recolección separada
	Delegación	Mixta	Mixta	Introducción de la recolección separada	Introducción de la recolección separada
<b>Estación de Transferencia y de Transporte</b>					
Estación de Transferencia y de Transporte			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de básculas en cada estación.</li> <li>• Uso de un solo formato para la recopilación de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de transportes de monitores y sistemas de control (para 5 flujos<sup>1</sup>) basados en medidas de los pesos de entrada y salida.</li> <li>• Distribución eficiente del transporte por parte del sistema de monitoreo y control</li> </ul>	
Cantidad de Transferencia (ton/año)		3,123,000	3,725,000-3,757,000	3,776,000-3,812,000	3,830,000-3,922,000
Costo de O/M (U\$/año)		43,547,000	51,941,000 - 52,387,000	52,652,000 - 53,154,000	53,405,000-54,688,000
<b>Tratamiento Intermedio</b>					
Planta de Selección			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación de la modificación de operaciones para incorporar un objetivo orientado a la cantidad recogida.</li> <li>• Experimentación con "sistemas de almacenaje" para los materiales recuperados y hacer frente a los precios de mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentación del control de las operaciones con 2 objetivos:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilidades orientadas en lo recolectado;</li> <li>- recolección cuantitativa</li> </ul> </li> <li>• Establecimiento de un "sistema de almacenaje" para los materiales recuperados para ganar con las fluctuaciones de los precios de mercado, a partir de los resultados de los experimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentación del control de operación con el objetivo principal de una "orientación cuantitativa de recolección".</li> <li>• Utilización del "sistema de almacenaje" óptimo para los materiales recuperados y afrontar las fluctuaciones de los precios del mercado.</li> </ul>
Cantidad ingresada (ton/año)	Mixta	1,794,000	1,650,000-1,546,000	1,288,000- 725,000	567,000 - 0
	Reciclables	-	0 - 98,000	210,000-438,000	504,000-844,000

<sup>1</sup> 5 flujos se refieren a los flujos actuales de residuos (de las estaciones de transferencia a las P/S, de las estaciones de transferencia a los sitios de disposición final y de las P/S a los sitios de disposición final) y los flujos adicionales de las estaciones de transferencia al NTI y del NTI al sitio de disposición final.

		Datos de 1997	Fase 1 (1999 - 2001)	Fase 2 (2002 - 2004)	Fase 3 (2005 - 2010)
Cantidad de Reciclables (t/año)		182,000	166,000 - 224,000	277,000-380,000	409,000-591,000
Tasa de Recuperación (%)		10.0	10.0-13.6	18.5-32.7	38.2-70.0
Costo de O/M (1,000 U\$)		11,232	10,565 - 10,537	9,857 -8,296	7,867 - 6,809
<b>Planta de Compostaje</b>		-	Diseño y construcción	Inicio de operaciones	Operación y mantenimiento
Cantidad ingresada (ton/año)		-	-	253,000 - 424,000	425,000 - 431,000
Cantidad de Producción de Composta (ton/año)		-	-	34,000 - 57,000	57,000 - 58,000
Inversión (U\$)		-	3,959,000	1,345,000	1,334,000
Costo de O/M (U\$/año)		-	0 - 33,000	1,185,000 - 1,343,000	1,343,000 - 1,343,000
<b>Disposición Final</b>					
Sitio de Disposición Final		BP "Etapa IV" Santa Catarina	Expansión vertical de BP "Etapa IV" Diseño y construcción de BP "Etapa V"	Operación de BP "Etapa V"	Operación de BP "Etapa IV" y "Etapa V"
Cantidad de Disposición (ton/año)	GDF	3,489,000	3,619,000-3,592,000	3,325,000-3,101,000	3,089,000-2,994,000
	Edo. De México	262,000	284,000	284,000	284,000
	Total	3,751,000	3,903,000-3,876,000	3,609,000-3,385,000	3,373,000-3,278,000
Inversión (U\$)		-	12,708,000	-	-
Costo de O/M (U\$/año)	Bordo Poniente	9,925,694	8,570,000 (2001)	9,400,000 (2003)	4,072,000 (2005)
	Santa Catarina	?	-	-	-
<b>Otros</b>					
Barrido de calles	Longitud (km/día)	1,273.4	1,285-1,296	1,303-1,316	1,323-1,357
	Costo de O/M (U\$/año)	3,293,000	3,323,000-3,352,000	3,369,000-3,403,000	3,421,000-3,509,000

Nota: USD 1 = 9.1 pesos.

## 7.2 Descripción del Plan Maestro

### 7.2.1 Proyección hasta el año 2010

#### a. Población

El Cuadro 7-3 presenta los datos de población y la predicción de 1997 al año 2010, que están aprobados de manera oficial por la DGSU.

Cuadro 7-3: Proyección para la Población

Delegación	Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Alvaro Obregón		688,923	691,954	694,999	698,057	701,338	704,634	707,946	711,273	714,616	717,975	721,349	724,739	728,145	731,600
Azcapotzalco		439,188	440,286	441,387	442,490	443,729	444,971	446,217	447,466	448,719	449,975	451,235	452,498	453,765	455,100
Benito Juárez		376,576	377,517	378,461	379,407	380,469	381,534	382,602	383,673	384,747	385,824	386,904	387,987	389,073	390,200
Coyoacán		703,086	706,250	709,428	712,620	716,753	720,910	725,091	729,291	733,527	737,781	742,060	746,364	750,693	755,100
Cuajimalpa		147,340	149,874	152,452	155,074	157,788	160,549	163,359	166,218	169,127	172,087	175,099	178,163	181,281	184,500
Cuauhtémoc		538,315	539,930	541,550	543,175	544,967	546,765	548,569	550,379	552,195	554,017	555,845	557,679	559,519	561,400
Gustavo A. Madero		1,214,625	1,215,840	1,217,056	1,218,273	1,219,857	1,221,443	1,223,031	1,224,621	1,226,213	1,227,807	1,229,403	1,231,001	1,232,601	1,234,300
Iztacalco		414,048	414,172	414,296	414,420	416,119	417,825	419,538	421,258	422,985	424,719	426,460	428,208	429,964	431,800
Iztapalapa		1,717,259	1,726,360	1,735,510	1,744,708	1,756,522	1,768,517	1,780,543	1,792,651	1,804,841	1,817,114	1,829,470	1,841,910	1,854,435	1,867,100
M. Contreras		221,463	224,298	227,169	230,077	231,480	232,892	234,313	235,742	237,180	238,627	240,083	241,548	243,021	244,600
Miguel Hidalgo		367,495	368,597	369,703	370,812	372,036	373,264	374,496	375,732	376,972	378,216	379,464	380,716	381,972	383,300
Milpa Alta		75,866	76,921	77,990	79,074	80,205	81,352	82,515	83,693	84,892	86,106	87,337	88,586	89,853	91,200
Iláhuac		264,349	268,050	271,803	275,608	280,321	285,114	289,989	294,948	299,992	305,122	310,340	315,647	321,045	326,600
Ilalpan		600,703	606,590	612,535	618,538	624,785	631,095	637,469	643,907	650,410	656,979	663,614	670,317	677,087	684,000
V. Carranza		471,241	472,466	473,694	474,926	476,303	477,684	479,069	480,458	481,851	483,248	484,649	486,054	487,464	488,900
Xochimilco		326,658	331,231	335,868	340,570	343,942	347,347	350,786	354,259	357,766	361,308	364,885	368,497	372,145	375,900
Total DF		8,567,135	8,610,336	8,653,901	8,697,829	8,746,664	8,795,896	8,845,533	8,895,577	8,946,033	8,996,905	9,048,197	9,099,914	9,152,063	9,205,600

b. Cantidad Generada y Composición de los Residuos

b.1 Cantidad Generada de Residuos

b.1.1 Proporción de Generación de Residuos

La proporción de generación de residuos de los países miembros de la OCDE es de 800 a 1,900gr./persona/día, cifras que promedian aproximadamente 1,370gr./persona/día<sup>2</sup>.

Por otra parte, la cantidad generada de residuos en el DF se calcula en 11,422ton/día y cuya población se calcula en 8,567,135. El promedio de generación de residuos en el DF es de 1,333gr./persona/día, el cual es similar al promedio de los países miembros de la OCDE.

La proporción de generación de residuos varía ampliamente dependiendo de las prácticas culturales, de las situaciones económicas y de las tendencias de consumo en las sociedades respectivas, de entre las cuales la situación económica determinará principalmente la magnitud de la proporción de generación de residuos. Los habitantes de países en vías de desarrollo, cuyos estándares de vida son bajos, generan menos residuos, reutilizan y reciclan más; por lo que su proporción de generación de residuos es baja (Cuadro 7-4).

Cuadro 7-4: Ejemplo de la Proporción de Generación de Residuos en los Países en Desarrollo

País/Ciudad	Año	Cantidad Generada (ton/día)	Población	Proporción de Generación (gr./persona/día)
Paraguay/ Asunción	1994	793	1,163,598	682
Tanzania/ Dar es Salaam	1996	1,771	2,030,000	872
Honduras/ Tegucigalpa	1997	480.7	848,859	566

Fuente: resultados del estudio de JICA

<sup>2</sup> Indicadores ambientales de la OCDE, 1994.



Por otra parte, el nivel económico actual del DF es más alto que el promedio de países de ingreso medio y su proporción de generación de residuos está al mismo nivel que la de otros países industrializados. Se espera que el futuro MRS municipales por parte del DF se enfoque en programas para la reducción de residuos. Por lo tanto, las tendencias futuras de la proporción de generación de residuos en el DF se medirán en términos de pequeños aumentos o decrementos respecto a las tendencias actuales. En consecuencia, en este P/M se utiliza para la proporción de generación futura de residuos la que existe actualmente.

La proporción de generación de cada fuente investigada por la DGSU se muestra en el Cuadro 7-5.

Cuadro 7-5: Proporción de Generación de Residuos

Tipos de Fuente Generadoras	Sub - clasificación	Generación Unitaria de Residuos Sólidos
Domiciliarios	- Unifamiliar, Plurifamiliar	0.616 kg./Habitante/Día
Comercial	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	
	- 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 Publicas	0.413 kg./Empleado/Día	
Especiales	Unidades Médicas	
	- 1er. Nivel	1.279 kg./Consultorio/Día
	- 2o. 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
	Aeropuerto	28,887.000 kg./Aeropuerto/Día
	Vialidades	125.530 kg./km./Día
Centros de Readaptación Social	0.540 kg./Interno/Día	

Tipos de Fuente Generadoras	Sub - clasificación	Generación Unitaria de Residuos Sólidos
Otros	Áreas Verdes	0.00993 kg./m <sup>2</sup> /Día
	Objetos Voluminosos	28.850 kg./Ton-Residuos Sólidos/Día
	Materiales de Construcción y Reparaciones Menores	20.850 kg./Ton-Residuos Sólidos/Día

### b.1.2 Cantidad de Generación de Residuos

La cantidad futura de residuos se obtiene multiplicando la proporción de generación de residuos del Cuadro 7-5 por factores tales como la población, los empleados y el número de tiendas del Cuadro 7-6. Se estima que los factores tales como los empleados y el número de tiendas aumentan de manera proporcional con la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, para las instalaciones públicas a gran escala tales como los aeropuertos y las terminales de autobuses, se estima que el factor (la cantidad futura) va a ser el mismo de la actualidad.

Por otro lado, se calcula que la cantidad futura de residuos traídos de los 10 municipios del Estado de México va a ser la misma que la de la actualidad (es decir, 284,000 ton/año) con base en la estimación de la DGSU.

Cuadro 7-6: Factores para la Generación de Residuos

Año	Comerciales			Mercado						Servicio			
	Tienda de Auto servicio	Tienda Departamental	Local Comercial	Carné	Vegetales	Abstrótes	Preparación de Alimento	Varios	Mercado sobre ruedas (tianguis)	Restaurante y Bar	Centro de Esporcionamiento	Centro deportivo	Centro cultural
	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	Empleados	Empleados	Empleados	Empleados
1999	759	350	168,063	6,469	21,979	8,451	9,093	26,413	1,217	29,470	25,950	13,009	481
2000	761	352	168,795	6,493	22,058	8,487	9,131	26,511	1,225	29,581	26,060	13,080	487
2001	764	352	169,572	6,516	22,143	8,524	9,169	26,610	1,230	29,695	26,175	13,155	491
2002	769	354	170,449	6,548	22,231	8,566	9,213	26,730	1,238	29,831	26,307	13,235	494
2003	772	357	171,258	6,574	22,317	8,605	9,253	26,830	1,246	29,955	26,427	13,308	498
2004	773	359	172,066	6,602	22,404	8,645	9,293	26,935	1,251	30,081	26,540	13,380	503
2005	778	359	172,957	6,630	22,500	8,684	9,340	27,056	1,260	30,218	26,673	13,465	507
2006	781	362	173,763	6,654	22,578	8,726	9,377	27,157	1,267	30,341	26,794	13,540	512
2007	783	364	174,613	6,684	22,668	8,767	9,420	27,271	1,272	30,469	26,924	13,620	515
2008	787	367	175,483	6,712	22,759	8,806	9,458	27,379	1,280	30,600	27,047	13,697	522
2009	790	368	176,329	6,738	22,847	8,848	9,503	27,489	1,290	30,729	27,169	13,776	525
2010	797	369	177,229	6,769	22,940	8,890	9,546	27,608	1,294	30,868	27,303	13,858	529

Año	Servicio Público			Hotel			Educación							
	Oficina de Servicios	Servicio de Reparación y Mantenimiento	Gasolinera	5 Estrellas	4 Estrellas	3 Estrellas	Oficina Pública	Kinder-garden	Primaria	Centro de Capacitación para el Trabajo	Secundaria	Escuela Técnica	Bachillerato	Universidad
	No.	No.	No.	No.	No.	No.	Empleados	Alumnos	Alumnos	Alumnos	Alumnos	Alumnos	Alumnos	Alumnos
1999	31,034	26,045	237	32	46	489	1,354,903	291,292	1,094,532	91,270	518,767	63,580	327,285	277,959
2000	31,153	26,152	237	32	46	490	1,360,399	292,755	1,100,008	91,577	521,287	63,886	328,599	279,304
2001	31,277	26,267	239	32	46	491	1,366,164	294,295	1,105,845	91,917	523,970	64,204	329,954	280,635
2002	31,423	26,399	239	32	47	493	1,372,823	296,004	1,112,316	92,325	526,964	64,555	331,541	282,167
2003	31,555	26,521	240	32	47	494	1,378,904	297,618	1,118,411	92,690	529,777	64,887	332,995	283,663
2004	31,683	26,640	242	32	47	496	1,384,972	299,221	1,124,475	93,050	532,578	65,216	334,432	285,144
2005	31,830	26,774	243	32	47	498	1,391,743	300,966	1,131,075	93,468	535,641	65,579	336,050	286,702
2006	31,964	26,894	246	32	47	501	1,397,781	302,605	1,137,261	93,832	538,494	65,915	337,516	288,203
2007	32,102	27,019	249	33	47	503	1,404,173	304,266	1,143,536	94,218	541,388	66,258	339,004	289,688
2008	32,241	27,149	250	33	47	504	1,410,645	306,007	1,150,131	94,599	544,427	66,611	340,559	291,348
2009	32,376	27,277	250	33	47	506	1,417,009	307,711	1,156,585	94,978	547,408	66,957	342,106	292,894
2010	32,525	27,412	251	33	47	509	1,423,780	309,479	1,163,255	95,392	550,497	67,325	343,700	294,441

Año	Institución Médica			Laboratorio	Veterinario	Terminal de Autobuses	Aeropuerto	Barrío de Calles	Centro de Readaptación Social	Áreas verdes
	Nivel 1 Consultorios	Nivel 2 Camas	Nivel 3 Camas	No.	Empleados	No.	No.	km.	Centro	m <sup>2</sup>
	1999	6,853	10,668	17,349	627	947	6	1	1,285	11,676
2000	6,899	10,701	17,421	632	954	6	1	1,290	11,742	21,539,000
2001	6,945	10,746	17,493	635	957	6	1	1,296	11,808	21,629,000
2002	6,986	10,796	17,575	637	961	6	1	1,303	11,878	21,740,000
2003	7,034	10,838	17,655	638	969	6	1	1,310	11,946	21,831,000
2004	7,074	10,879	17,733	643	973	6	1	1,316	12,012	21,925,000
2005	7,119	10,930	17,816	645	976	6	1	1,323	12,083	22,037,000
2006	7,162	10,976	17,892	647	981	6	1	1,330	12,151	22,132,000
2007	7,212	11,021	17,976	650	987	6	1	1,336	12,219	22,233,000
2008	7,257	11,072	18,052	651	993	6	1	1,343	12,292	22,332,000
2009	7,299	11,115	18,132	656	998	6	1	1,350	12,363	22,433,000
2010	7,346	11,164	18,218	657	1,004	6	1	1,357	12,434	22,542,000

Cuadro 7-7: Pronóstico de la Cantidad Generada de Residuos en el DF

Año	Total	unidad: toneladas																		
		Hogares	Comercios	Mercados	Restaurantes & Bares	Centros de portos y de entretenimiento	Servicios Públicos	Hotels	Oficinas Públicas	Centros Educativos	Hospitales	Laboratorios	Veterinarios	Terminal de Autobuses	Acopucito	Barrio de cafes	Centros de Recaptación Social	Áreas Verdes	Residuos voluminosos	Cascajo
1999	4,204,000	1,946,000	630,000	587,000	233,000	26,000	63,000	19,000	204,000	57,000	54,000	1,000	0	6,000	11,000	55,000	3,000	77,000	111,000	80,000
2000	4,222,000	1,953,000	632,000	588,000	235,000	26,000	63,000	19,000	206,000	58,000	55,000	1,000	0	6,000	11,000	56,000	3,000	77,000	112,000	81,000
2001	4,241,000	1,965,000	633,000	590,000	236,000	26,000	63,000	19,000	207,000	58,000	55,000	1,000	0	6,000	11,000	58,000	3,000	77,000	112,000	81,000
2002	4,262,000	1,976,000	638,000	591,000	236,000	26,000	63,000	19,000	210,000	58,000	55,000	1,000	0	6,000	11,000	58,000	3,000	78,000	112,000	81,000
2003	4,283,000	1,989,000	642,000	592,000	238,000	26,000	63,000	19,000	210,000	58,000	56,000	1,000	0	6,000	11,000	58,000	3,000	78,000	112,000	81,000
2004	4,302,000	1,998,000	643,000	593,000	280,000	26,000	63,000	19,000	210,000	59,000	56,000	1,000	0	6,000	11,000	59,000	3,000	79,000	115,000	81,000
2005	4,324,000	2,009,000	650,000	594,000	281,000	26,000	63,000	19,000	211,000	59,000	56,000	1,000	0	6,000	11,000	59,000	3,000	79,000	115,000	82,000
2006	4,344,000	2,021,000	652,000	596,000	282,000	26,000	63,000	19,000	211,000	60,000	57,000	1,000	0	6,000	11,000	60,000	3,000	79,000	115,000	82,000
2007	4,365,000	2,033,000	656,000	597,000	283,000	26,000	63,000	19,000	212,000	60,000	57,000	1,000	0	6,000	11,000	61,000	3,000	80,000	115,000	82,000
2008	4,385,000	2,046,000	658,000	597,000	285,000	26,000	65,000	19,000	212,000	60,000	57,000	1,000	0	6,000	11,000	62,000	3,000	81,000	115,000	82,000
2009	4,408,000	2,060,000	661,000	600,000	285,000	26,000	65,000	19,000	212,000	60,000	57,000	1,000	0	6,000	11,000	62,000	3,000	81,000	116,000	83,000
2010	4,430,000	2,072,000	667,000	600,000	286,000	26,000	65,000	19,000	212,000	61,000	57,000	1,000	0	6,000	11,000	62,000	3,000	81,000	117,000	84,000

## b.2 Composición de los Residuos

La composición de los residuos, así como su proporción de generación, varía de acuerdo con las prácticas culturales, la situación económica y tendencias de consumo en las sociedades respectivas. El Cuadro 7-8 muestra los ejemplos de la composición de residuos en los países de la OCDE y el Cuadro 7-9 presenta la composición de los mismos en la fuente en el DF.

Cuadro 7-8: Ejemplo de la Composición de los Residuos en los países de la OCDE

Composición País	Papel y cartón (%)	Plásticos (%)	Vidrio (%)	Metal (%)	Residuos alimenticios y de jardinería, etc. (%)	Otros (%)
Japón	38	11	7	6	32	7
EUA	38	8	7	8	25	15
Francia	31	10	12	6	25	17
Dinamarca	22	4	5	3	55	9
Portugal	25	9	4	3	ND	59
España	20	7	8	4	49	10

Fuente : Datos Ambientales de la OCDE, 1993

Cuadro 7-9: Composición de los Residuos del DF

Composición País	Papel y cartón (%)	Plásticos (%)	Vidrio (%)	Metal (%)	Residuos alimenticios y de jardinería, etc. (%)	Otros (%)
GDF	24	12	7	4	43	10

Fuente: DGSU

Si se comparan los dos cuadros anteriores, la composición de los residuos en la fuente en el DF son similares a los de los países europeos. La composición de los residuos en el DF, así como la proporción de generación de los mismos, se encuentra en el mismo nivel de las economías industrializadas. Por lo tanto, se calcula que la composición futura de los residuos será la misma que la actual, aún considerando el futuro crecimiento económico. En consecuencia, en este P/M la composición futura de los residuos es la misma que la actual.

Cuadro 7-10: Composición de los Residuos

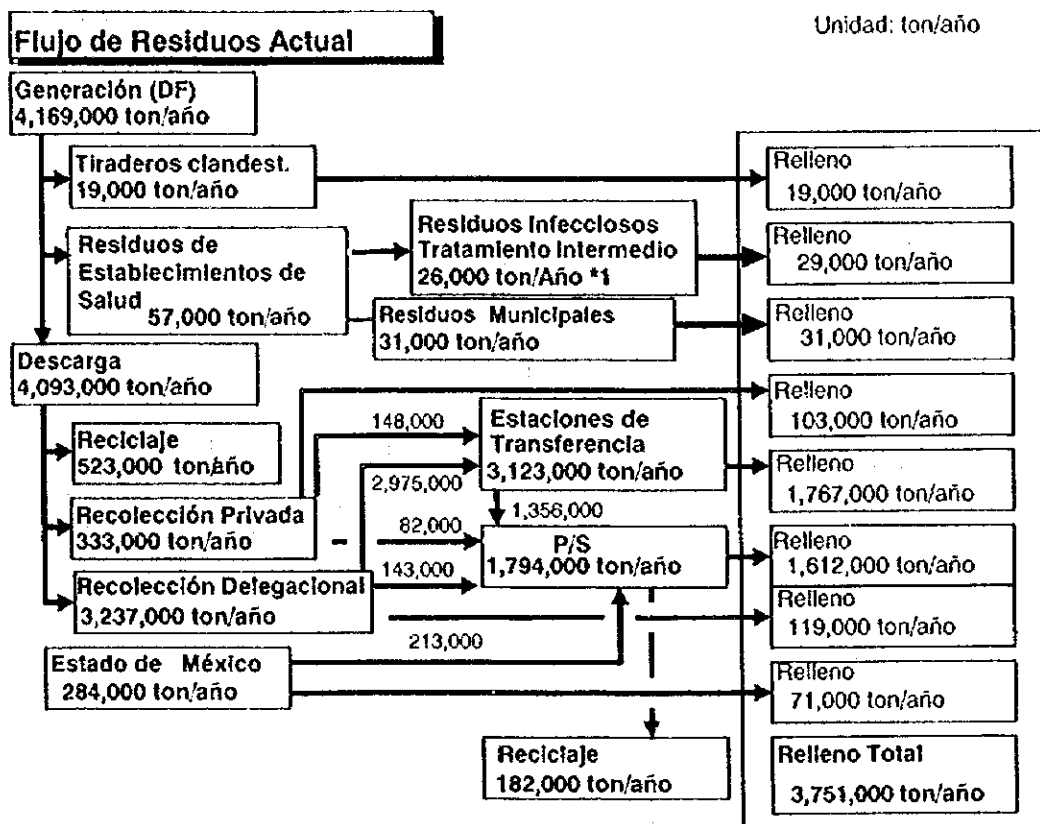
unidad: %

Fuente de Generación	Doméstico			Comercial				Servicios						Especial				Otros			Total
	Hogares	Comercios	Mercaditos	Restaurantes	Centros deportivos y recreativos	Servicios Públicos	Hoteles	Oficinas de Servicio Público	Centros Educativos	Hospitales	Laboratorios	Veterinarios	Terminales de Autobuses	Aeropuerto	Caminos	Centros de Residuos en Social	Áreas verdes	Residuos voluminosos	Materia de construcción		
Composición																					
Alabete/lenguas	2.150	0.070	0.830			0.380	0.030	2.990	0.170	1.970	10.380	5.570								0.030	
Algodón	5.360	11.510	5.290			23.780	3.770	11.200	8.980	8.800	8.010	2.560	4.340	5.310	3.640	5.040	4.000			1.300	
Cartón	0.110			0.020		3.690			0.040											0.110	
Cuero	1.960	1.970	2.220	1.430	5.180	1.980	0.760	6.050	1.070	0.690	0.690				6.530	0.520	3.120			1.910	
Caja de cartón	0.060	1.790	2.630			1.130	0.080	0.010	0.780	0.200					0.100					0.690	
Fibra vegetal	1.430	0.290	0.890	0.040			0.010	0.240	0.270	3.100	3.100	5.940								0.850	
Fibra sintética									3.770	5.740										0.080	
Gaso	0.080	0.440	1.110			0.210			0.670	0.070	0.380									0.270	
Hueso	0.290	1.070	0.160			0.360	0.180	0.830	1.330	2.070										0.370	
Varnilo											1.310	1.380								0.940	
Jeringa desechable	1.580	0.310	1.470	0.250	1.230	3.100	0.520	0.280	4.890	1.730	2.310	4.530	4.770	3.170	4.770					1.240	
Loza y Cerámica	0.570	0.120	0.090	0.450	0.290		0.180	0.080	2.010										2.090	0.300	
Madera	0.000	1.200	1.170	0.670		6.720		0.010	3.920	0.430	4.820	0.290				5.120	20.000	1.530		1.240	
Materia de construcción	0.630			0.520	0.090		2.890												95.270	2.140	
Metal	1.390	2.590	0.070	0.920	5.650	0.710	1.790	0.150	0.400	1.900	0.690				0.410		2.860	50.000		2.560	
Metal no ferroso	0.040	0.510				1.340		6.540		0.070	1.180	1.310					2.290			0.490	
Papel	1.190	5.310	1.870	1.540	3.370	18.750	9.210	37.610	14.330	6.570	17.230	9.880	9.100	6.410	5.410	3.110	6.820		0.970	4.410	
Periodico	4.610	5.950	4.540	0.950	3.170	15.560	5.240	11.910	6.990	4.370	11.970	20.640	6.070	15.340	9.710	7.730	2.220			4.960	
Papel sanitario	8.780	1.940	4.270	3.400	9.590	4.200	8.160	1.990	10.720	11.000	9.620	7.380	15.200	8.920	9.520	4.050				5.890	
Plata desechable	3.570	0.140		0.080	0.090	0.320	0.890		0.300	1.430			1.940							1.620	
Placas radiológicas										0.300										0.000	
Plástico de película	6.240	5.380	1.500	3.080	7.130	2.140	3.580	0.160	1.950	3.270	0.640			5.340	2.000	9.290		0.140	4.530		
Plástico rígido	4.330	3.940	2.960	1.260	15.940	1.390	1.690	0.880	2.690	0.970	8.640	1.630	3.080	5.460	6.620	1.260	4.000			3.490	
Poliuretano	0.160	0.110	0.080	0.030		2.700			0.670	0.760	2.170	2.560								0.160	
Poliuretano expandido	0.780	0.120	0.460	0.350	0.720	1.850	0.160	0.110	0.460	1.700	2.270	1.060	1.100	1.180	1.220					0.580	
Residuos alimentarios	34.660	38.730	63.080	74.430	16.170	5.710	43.230	21.220	16.020	26.960	1.740	3.310	30.440	16.320	7.670	42.490				37.700	
Residuos de jardinería	5.120	0.150	0.050	0.080	0.420	0.590	3.640	0.300	6.320	1.300	1.890	0.560		1.530	11.460	7.460	25.360			3.180	
Toalla sanitaria								0.040	0.630		1.610					2.020				0.040	
Tropos	0.640	0.200	0.300	0.120	1.140		1.720	0.310	1.020	0.500	1.840			4.880		3.000	30.000			1.220	
Vendidos									0.360											0.010	
Vidrio de color	4.000	1.770	0.500	1.530	4.670	2.810	3.090	0.260	2.440	6.700	4.860	2.000	3.450	8.070	8.640	0.420				2.620	
Vidrio transparente	6.770	5.180	0.440	2.820	11.760	1.290	8.520	0.780	4.690	5.630	3.050	0.940	7.990	7.140	8.370	0.950	0.850			4.610	
Residuo fino	1.210	0.070	3.970	0.030	2.750		0.260	0.010	0.730	0.420	0.030			3.610	4.020		26.300			1.710	
Otros	2.660	8.960	0.250	0.030			0.380	2.110	0.830	1.130	3.350	23.950	5.520	8.250	6.500	19.380	6.540			3.000	
Total	100.000	99.990	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	99.990	100.000	99.990	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	

## 7.2.2 Sistema Técnico

### a. Flujo Óptimo de Residuos

La Figura 7-2 ilustra el flujo actual de residuos y el Cuadro 7-11 presenta el costo anual actual de operación y mantenimiento de la transportación de las estaciones de transferencia a los sitios de disposición final, cuyo manejo está bajo la responsabilidad de la DGSU.



Nota: \*1: Aumenta 3,000 ton/año por el sistema de tratamiento utilizado

Figura 7-2: Flujo Actual de Residuos

Cuadro 7-11: Costo Anual Actual de Operación y Mantenimiento

	Est. de Transferencia	Planta de Selección	Disposición Final	Total
Cantidad de residuos (ton/año)	3,123,000	1,794,000	3,751,000	-
*Costo de O/M (pesos)	411,690,240	107,718,026	105,647,918	625,056,184
Costo unitario (pesos/ton)	131.8	60.0	28.2	-
**Costo unitario (US\$/ton)	14.5	6.6	3.1	-

\* Costo de O/M: Costos de los Servicios Urbanos 1997 DGSU, \*\* Se calcula costo unitario de 9.1pesos = 1US\$

Aunque la operación y mantenimiento de las plantas de selección (P/S) es de aproximadamente 108 millones de pesos/año, la cantidad de materiales recuperados por estas plantas es de únicamente 182,000 ton/año. Si se cierran las plantas de selección, aunque la cantidad de disposición final aumentaría en 182,000 toneladas al

año, el GDF puede ahorrarse del costo de operación y mantenimiento de las P/S cerca de 102 millones de pesos (tal y como se muestra en el Cuadro 7-12).

Por otra parte, esta situación enfrentaría algunos de los siguientes problemas:

- Problemas sociales derivados de los trabajadores de las P/S sin empleo.
- No habría conservación de los materiales.

En consecuencia, no son aceptables las situaciones anteriores ni el cierre de las P/S dentro del P/M. Por lo tanto, el P/M debe buscar el mejor provecho para las P/S.

**Cuadro 7-12: Costo Anual de Operación y Mantenimiento en caso del Cierre de las P/S**

	Est. de Transferencia	Planta de Selección	Disposición Final	Total
Cantidad de residuos (ton/año)	3,123,000	0	3,933,000	-
*Costo de O/M (pesos)	411,690,240	0	110,910,600	522,600,840

El problema de la tasa de recuperación de materiales tan baja en las P/S se debe al excesivo ingreso de residuos municipales mixtos. Entonces, si se seleccionan los residuos en un principio y si se reduce la cantidad de entrada de residuos en las plantas de selección, se mejorarán las condiciones de trabajo de las bandas de selección y se elevará la eficiencia en la recuperación de materiales.

Por lo tanto, se propone la separación de los residuos en la fuente en el P/M, por medio de la cual los residuos reciclables son recolectados por separado e introducidos a las P/S. El nivel de alimentación puede ajustarse al nivel óptimo para que el resto de los residuos no se introduzcan en la planta. Como resultado, la proporción de recuperación de materiales mejorará a tal grado que la cantidad de residuos para disposición final se reducirá bastante, a pesar del bajo nivel de entrada de residuos. Sin embargo, para poder mantener esta proporción de recuperación de materiales elevada, se necesita establecer el mecanismo para controlar el flujo de materiales recuperados en el mercado y mantener el precio estable para la venta de los materiales reciclables, además de mejorar la composición de los residuos introducidos en las P/S y el nivel de alimentación de las P/S. Obviamente, deben instrumentarse sistemas de recolección que garanticen que el material separado llegue a las P/S.

Por lo tanto, es necesario (i.) construir instalaciones para el almacenaje de materiales recuperados para que estos últimos puedan ser guardados y vendidos de acuerdo con las tendencias del mercado, (ii.) establecer un sistema de manejo que determine el tiempo apropiado para vender los materiales reciclables, (iii.) fomentar las industrias que utilicen los materiales recuperados y/o los procesen para nuevos productos; y (iv.) promover el uso/consumo de productos reciclados.

La propuesta de la separación de residuos en la fuente también está justificada por la gran cantidad de residuos orgánicos generados por la Central de Abasto (aproximadamente 231,000 ton/año en 1997), que van a ser recolectados en el subsistema. Se recomienda ampliamente el tratamiento por compostaje para ese tipo de residuos orgánicos homogéneos por dos beneficios principales: en primer lugar, este tratamiento puede contribuir a la reducción en el volumen de residuos, y segundo, convierte los residuos en recursos utilizables si la composta alcanza el nivel de calidad necesario para que pueda ser utilizada como acondicionador para la tierra.

Hasta 1993 una Delegación operaba una planta de compostaje. Sin embargo, ya que esta última recibía los residuos mixtos, la composta resultante tenía un baja calidad como acondicionador, por lo que su demanda fue limitada y la planta se cerró. La recolección separada debe evitar este tipo de fallas y hacer que la producción de composta sea viable.

Tal y como se puede apreciar de lo anterior, al planear el futuro MRS municipal por parte del GDF, se observa que la separación en la fuente y la recolección separada son indispensables. Por lo tanto, el P/M plantea que la meta a alcanzarse para la recolección separada en el subsistema es de 100% en el año 2004, mientras que para el resto del sistema se alcanzará 50% en el año 2010.

El número de categorías a separar en el subsistema y en la otra parte del sistema, que se presenta en el Cuadro 7-13 es razonable en virtud de las consideraciones expresadas anteriormente. El Cuadro 7-14 define las categorías separadas en ambos sistemas.

Cuadro 7-13: Categorías de Separación en Fuente

Sistema	Tipo de Separación	Categoría de Residuos
Subsistema	Separación en 3 categorías	orgánicos, reciclables y otros
Delegación	Separación en 2 categorías	reciclables y otros

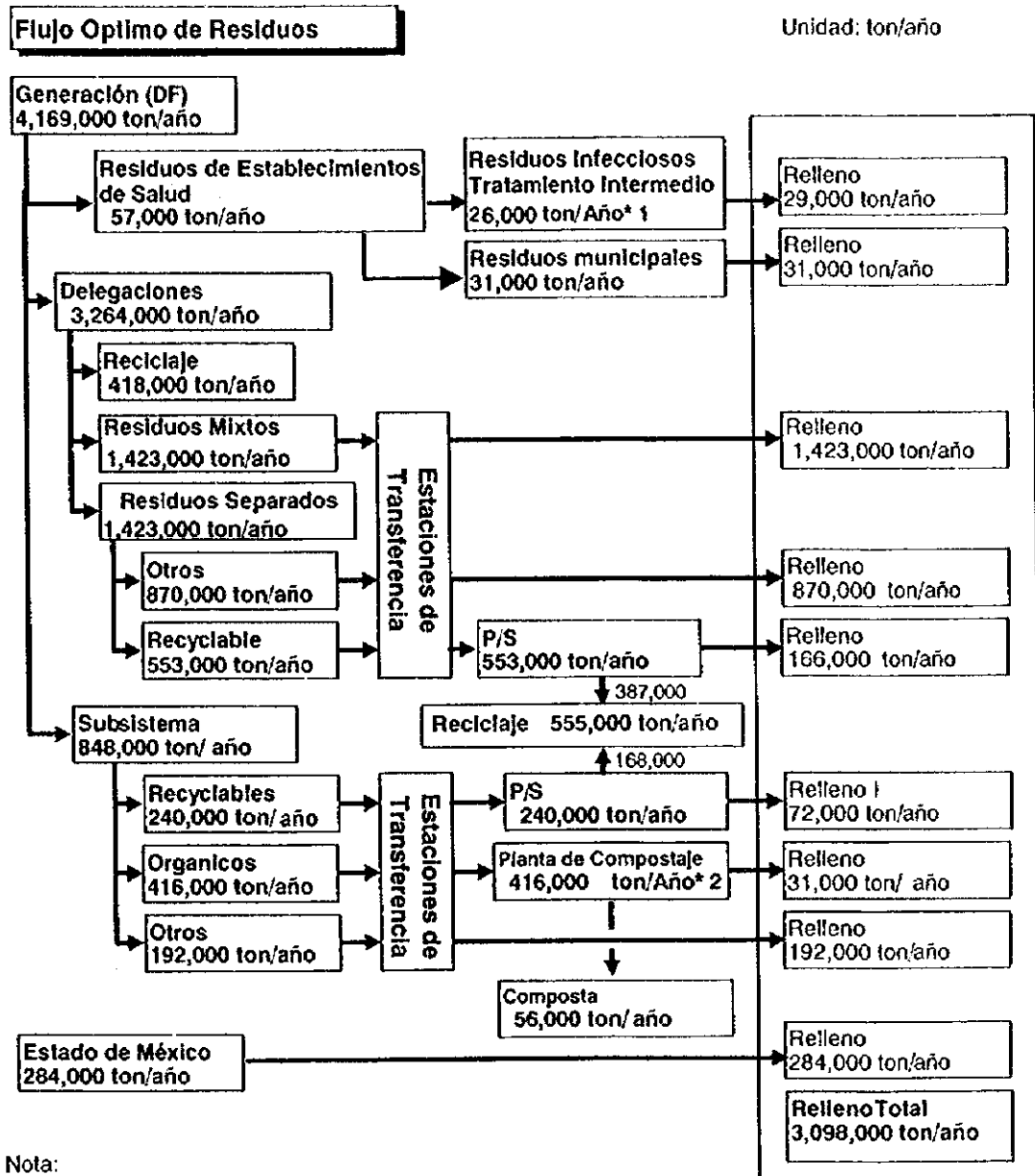
Cuadro 7-14: Definición de las Categorías de Subproductos

Para el Subsistema	Para la Delegación	Categoría	Composición
Orgánicos	Otros	Orgánicos	Fibra Vegetal
			Hueso
			Residuos alimenticios
Reciclables	Reciclables	Reciclables	Residuos de jardinería
			Cartón
			Fibra sintética
			Vinilo
			Latas
			Metal
			Metales no ferrosos
			Papel
			Periódico
			Película de plástico
			Plástico rígido
Otros	Otros	Otros	Vidrio de color
			Vidrio transparente
			Abatelenguas
			Algodón
			Cuero
			Envase de cartón
			Gasa
			Jeringa desechable
			Loza y cerámica
			Madera
			Material de construcción
			Papel sanitario
			Pañal desechable
			Placas radiológicas
			Poliuretano
			Poliuretano expandido
			Toalla sanitaria
Trapos			
Vendas			
Residuo Fino			
Otros			



En virtud de lo explicado anteriormente, se ilustra en la Figura 7-3 el flujo óptimo de residuos estimado para el DF, con base en la cantidad de residuos de 1997.

Al convertir el flujo actual de residuos a este flujo óptimo, la proporción de recuperación de residuos en las P/S mejorará de 10% (actual) a 70% (flujo óptimo), y habrá una reducción de aproximadamente 653,000 ton al año de la cantidad de disposición final.



Nota:

\*1: Aumentar 3,000 ton/año por el sistema de tratamiento utilizado

\*2: Reducir 329,000 ton/año de evaporación del contenido de agua y generación de gas mediante la descomposición.

Figura 7-3: Flujo Óptimo de Residuos

## **b. Sistema de Recolección y Transporte**

### **b.1 Métodos de Recolección**

Los métodos de recolección para las descarga de residuos separados comprenden los siguientes:

- **Recolección en vehículos normales**
- **Recolección en puntos**
- **Recolección en vehículos especiales**

En virtud de la ventaja de utilizar el sistema de recolección existente (utilizar al máximo los recursos actuales y ahorro en costos), se recomienda la **recolección en vehículos normales** como el método de recolección separada en el P/M. Por otra parte, respecto a la recolección separada en los mercados, en los cuales se concentra un número limitado de grandes generadores, se podría recomendar la **recolección en puntos**, si el punto para la recolección puede manejarse como parte de las instalaciones del mercado.

### **b.2 Sistema de Transporte**

#### **b.2.1 Estación de Transferencia**

Se llevan a cabo actualmente inspecciones visuales a los residuos en las estaciones de transferencia, para poder determinar el destino óptimo (P/S o sitios de disposición final) para los residuos que ingresan. Por lo tanto, aún en el caso de que se implemente la recolección separada en el futuro, se presupone que el sistema actual de las estaciones de transferencia puede afrontar el cambio.

#### **b.2.2 Transporte**

Actualmente el transporte separado es el medio por el cual los residuos son transportados de la estación a las P/S, de la estación a la disposición final y de las P/S a la disposición final. Por lo tanto, se considera que el sistema actual puede adaptarse al sistema futuro de transporte, en el cual los residuos mezclados y separados serán transportados de manera independiente.

## **c. Sistema de Tratamiento Intermedio**

Los objetivos de dicho tratamiento son en general los siguientes:

- **reducción de la cantidad de disposición final;**
- **recuperación de materiales a partir de los residuos; y**
- **disminuir la peligrosidad de los residuos a niveles permisibles.**

Dentro del alcance actual del MRS por parte del GDF, "disminuir la peligrosidad de los residuos a niveles permisibles" se aplica para el tratamiento de residuos hospitalarios. Por otro lado, el tratamiento intermedio para los residuos municipales distintos de los residuos hospitalarios en el DF va acorde con los objetivos de "reducción de la cantidad de disposición final" y de la "recuperación de materiales".

El tratamiento intermedio que se lleva a cabo actualmente en el DF consiste de lo siguiente:

- esterilización, tratamiento con químicos o incineración de los residuos hospitalarios, los cuales son recolectados por separado; y
- recuperación de materiales en las P/S a partir de residuos municipales distintos de los residuos médicos, las cuales son operadas por la DGSU.

### c.1 Planta de Selección

El problema de las P/S es la baja proporción de materiales recuperados, a pesar de que tienen altos costos de O/M. Esto es atribuible principalmente a lo siguiente:

- Se introducen residuos mezclados en las plantas; y
- La cantidad que ingresa de residuos es más del doble que la capacidad apropiada para la planta.

Por lo tanto, se recomiendan las siguientes medidas para resolver el problema.

- Se debe introducir la recolección separada tal y como se muestra en la Figura 7-3, y sólo se deben introducir materiales reciclables en las instalaciones;
- La velocidad de las bandas de selección debe disminuirse de la velocidad actual de 20m/min a 10m/min, para poder aumentar el tiempo permitido para la selección; y
- Debe analizarse el número necesario de trabajadores para la separación.

El Cuadro 7-15 muestra la comparación de desempeño actual y la capacidad razonable recomendada con una velocidad de banda de 10m/min.

**Cuadro 7-15: Desempeño Actual y Capacidad Razonable de la Planta de Selección**

	Desempeño actual		Capacidad razonable	
	Velocidad de la banda de selección (m/min)	Capacidad de tratamiento (ton/día)	Velocidad de la banda de selección (m/min)	Capacidad de tratamiento (ton/día)
P/S Bordo Poniente	20	2,000	10	1,000
P/S San Juan de Aragón	20	2,000	10	1,000
P/S Santa Catarina	20	1,500(2,500)	10	750(1,250)
Total	-	5,500(6,500)	-	2,750(3,250)

( ): Cuando se amplíe la capacidad de Santa Catarina conforme a lo programado

Se calcula que los residuos reciclables que se recolectan de manera separada totalizarán aproximadamente 844,000 ton/año en el año 2010. Por otra parte, en el caso de que se adoptara la capacidad recomendada anteriormente, se estima que la capacidad anual sería de 858,000<sup>3</sup> ton/año, lo cual corresponde aproximadamente a las cantidades de residuos reciclables que serán recolectadas en el año 2010. Por lo tanto, en este P/M se considera que las tres P/S deben seguir operando y que la cantidad total de residuos que ingresa a las tres P/S disminuirá gradualmente hasta un

<sup>3</sup> Los días laborables de las P/S son 312 al año, (52 semanas/año, 6 días a la semana).

nivel razonable en las tres plantas en el año 2010. En otras palabras, el ingreso de los residuos mezclados irá disminuyendo hasta ser cero, e ingresarán sólo residuos reciclables a partir del año 2010 (ver Cuadro 7-16).

Cuadro 7-16: Cantidad de Residuos Ingresada a la Planta de Selección

		unidad : ton/año												
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mezclada		1,516,000	1,650,000	1,598,000	1,546,000	1,288,000	1,043,000	725,000	567,000	423,000	294,000	181,000	83,000	0
Recicible		0	0	49,000	98,000	210,000	324,000	438,000	504,000	570,000	638,000	706,000	774,000	844,000
Ingreso total	Con plan	1,516,000	1,650,000	1,647,000	1,644,000	1,498,000	1,367,000	1,163,000	1,071,000	993,000	932,000	887,000	857,000	844,000
	Sin plan	1,587,000	1,593,000	1,601,000	1,608,000	1,616,000	1,623,000	1,630,000	1,639,000	1,647,000	1,655,000	1,662,000	1,671,000	1,679,000
Capacidad nominal		1,853,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500	2,190,500
Capacidad razonable		926,750	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250	1,095,250

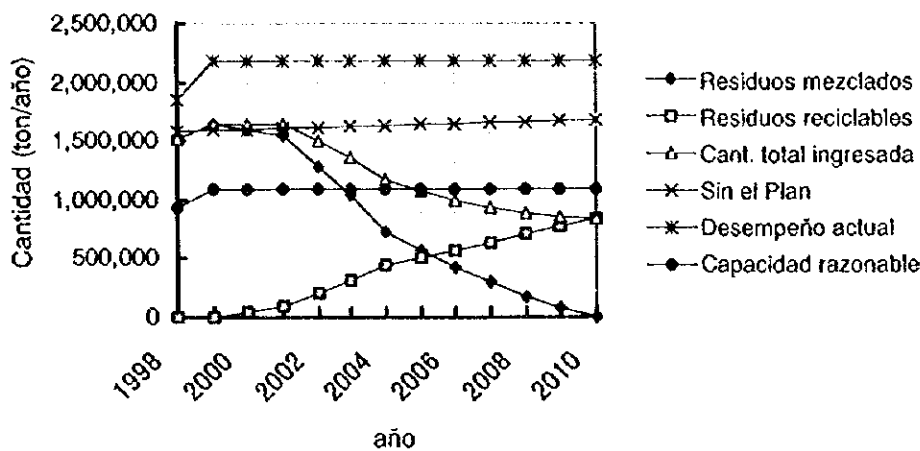


Figura 7-4: Relación entre la Capacidad de la Planta de Selección y la Cantidad Ingresada

### c.2 Nuevo Tratamiento Intermedio

Para reducir la cantidad de disposición final en el tratamiento intermedio se consideran los siguientes puntos:

- La recuperación de recursos del material de los residuos (por ejemplo en una planta de selección); y
- La aplicación de ciertas medidas de procesamiento para cambiar químicamente las características de los residuos.

El GDF actualmente posee P/S tales como la instalación clasificada anteriormente, cuya eficiencia mejorará y en consecuencia reducirá la cantidad de disposición final si se siguen las medidas también mencionadas anteriormente.

Las medidas clasificadas anteriormente consisten de lo siguiente:

- reducción del volumen por medio de la descomposición de los contenidos orgánicos (es decir, compostaje); y
- reducción del volumen de materiales combustibles (es decir, incineración).

### c.2.1 Incinerador

El tratamiento con incineración puede reducir la cantidad hasta obtener 15% del peso original; sin embargo su costo de construcción y de O/M es enorme.

Se muestra la capacidad de un incinerador correspondiente a la cantidad de residuos clasificados como "Otros" en la Figura 7-3, mientras que el Cuadro 7-17 muestra la cantidad de residuos de incineración que van a ser dispuestos. La capacidad requerida para el incinerador en el año 2010 es de aproximadamente 3,400 ton/día.

Cuadro 7-17: Perspectiva de la Cantidad de Incineración

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Otros (ton/año)	853,000	722,000	592,000	560,000	528,000	496,000	599,000	703,000	806,000	912,000	1,020,000	1,128,000
*Capacidad requerida (ton/día)	2,559	2,166	1,776	1,680	1,584	1,488	1,797	2,109	2,418	2,736	3,060	3,384
Cantidad de disposición (ton/año)	127,950	108,300	88,800	84,000	79,200	74,400	89,900	105,500	120,900	136,800	153,000	169,200

Notas: \* suponiendo que el promedio anual de operación sea de 8,000 horas/año

Los costos de inversión y de O/M requeridos para el incinerador de tal magnitud se resumen en el Cuadro 7-18 del Anexo E. (Estas cifras son para una planta de incineración ordinaria que sería construida en suelo firme normal. En caso de que se construyera el incinerador en tierra blanda como en Bordo Poniente, se necesitarán costos de inversión adicionales de aproximadamente 20%.)

Cuadro 7-18: Costo de Inversión y de O/M de la Planta de Incineración

Inversión (US\$)	374,000,000
Costo de O/M anual (US\$/año)	11,220,000
Área requerida para el terreno (ha)	51

La cantidad de inversión requerida excede ampliamente los fondos disponibles que se muestran en la Sección E.4 del Anexo E. Por lo tanto, la introducción de un incinerador con tal capacidad es imposible debido a la capacidad financiera actual del GDF. Como resultado, se debe examinar la introducción del mismo como una estrategia a largo plazo, tomando en consideración el crecimiento de la capacidad financiera del GDF.

### c.2.2 Compostaje

Los residuos derivados de un proceso de compostaje se deben atribuir esencialmente a las impurezas de los residuos que ingresan (contenidos inorgánicos y materia difícil de degradar). Por lo tanto, la cantidad de residuos depende ampliamente de la composición de los residuos que ingresan (contenido orgánico/contenido de impurezas).

Aún cuando la demanda de mercado para la composta sea pequeña o incluso nula, puede ser utilizada para cubierta en el relleno sanitario y además puede contribuir para lo siguiente:

- reducción del costo para el aprovisionamiento de tierra para cubierta; y

- reducción de la cantidad de disposición final.

Los residuos de materia orgánica que se van a recolectar de manera separada en el subsistema en el año 2010 están calculados en aproximadamente 431,000 ton/año, de los cuales cerca de 13% se descomponen en el proceso de compostaje, obteniéndose composta por un total de 58,000 ton/año.

Actualmente, la DGSU opera una planta de compostaje para procesar las ramas de árboles podados y el pasto producto del mantenimiento a parques públicos por parte del DF. Aunque todo el producto de composta se utiliza como acondicionador del suelo para el mantenimiento de parques públicos, su producción mensual es muy baja (de 10 a 20 ton/mes). Por lo tanto, se ignora si existirá una gran demanda de mercado para la composta en el DF o en las áreas conurbadas.

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 260 ha), 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 780,000 m<sup>3</sup>.

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

### c.2.3 Método de Compostaje

En principio los métodos de compostaje consisten en lo siguiente:

- el compostaje mecánico (representado por el digester de DANO); y
- el compostaje en espacio abierto (principalmente el método de pilas).

La inversión para una planta de mecánica de compostaje (por tonelaje de la cantidad de residuos ingresados) cuesta lo mismo o un poco menos que una planta de incineración. Por tanto, en primer lugar, debido a la magnitud de los fondos disponibles para el GDF, es difícil que se adopte la opción del compostaje mecánico dentro del P/M.

El costo de inversión requerido para esta planta utilizando el segundo método (con una capacidad de residuos orgánicos ingresados de 431,000 ton/año) será de aproximadamente US\$ 6,950,000, que se encuentra dentro del rango de fondos disponibles para el GDF. En consecuencia, el método por pilas es la opción adecuada para el compostaje dentro de este P/M.

### d. Sistema de Disposición Final

Los sitios de disposición final actuales para los residuos sólidos municipales en el DF son Santa Catarina y Bordo Poniente "Etapa IV". Se espera que el sitio de Santa Catarina se cierre en 1999. Está calculado que Bordo Poniente "Etapa IV" se utilice hasta enero o febrero de año 2001. Por lo tanto, se tienen que asegurar los sitios para la disposición final.

Aunque la elevación del relleno de Bordo Poniente "Etapa IV" está reglamentada hasta una altura de 8 metros conforme a un acuerdo alcanzado con la CNA, si se hacen algunas modificaciones al mismo para permitir un mayor relleno hasta una elevación de 24 metros y se pone especial atención técnica a las condiciones geológicas, se podría asegurar una capacidad adicional de relleno de aproximadamente 25,849,000m<sup>3</sup>.

Además, si se construye un relleno sanitario similar a Bordo Poniente Etapa IV hasta una altura de 24 metros en una área de 256 ha., se proporciona una capacidad de relleno de 29,032,000 m<sup>3</sup>. El nuevo sitio de disposición final (Etapa V), junto con la expansión vertical del relleno existente (Etapa IV) proporcionarán el espacio para relleno en el futuro hasta el año 2013 en el área de Bordo Poniente (Cuadro 7-19).

Por otra parte, ya que la Etapa IV y V se encuentran sobre una capa arcillosa altamente compresible de aproximadamente 60 metros de espesor en Bordo Poniente, es necesario proporcionar las medidas suficientes para asegurar operaciones de relleno estables en ambos sitios. En la práctica, se requerirá que la Etapa V se rellene hasta una elevación de +8.0 metros y suspender el rellenado posterior durante un período determinado para que el suelo se asiente de manera segura. Durante el intervalo se puede rellenar la Etapa IV. Para poder llevar a cabo un rellenado firme sobre la expansión vertical y permitir la compresión estable del subsuelo, se recomienda el uso alternado de la Etapa IV y la Etapa V (Figura 7-5).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Relleno Existente BP	■	■										
Expansión Vertical Etapa IV			■				■	■			■	■
B/P Etapa V				■	■	■			■	■		

Figura 7-5: Tabla de tiempos para el Relleno

Cuadro 7-19: Prospecto de Capacidad de Relleno

Sitio	Nivel de relleno	Volumen estimado	Período de relleno
Etapa 4	+8.00 a +16.00	16,447,000 m <sup>3</sup>	2001, 2005 al 2006, y primer semestre de 2009
	+16.00 a +24.00	9,402,000 m <sup>3</sup>	Mediados del 2009 al 2011
Etapa 5	0 a +8.00	14,720,000 m <sup>3</sup>	2002 al 2004, y primer semestre del 2007
	+8.00 a +16.00	9,220,000 m <sup>3</sup>	Mediados del 2007 al 2008, y primer semestre del 2012
	+16.00 a +24.00	5,092,000 m <sup>3</sup>	Mediados del 2012 al 2013

Se anticipa que será muy difícil encontrar un sitio futuro de relleno para depositar los residuos después del año 2013 dentro de la jurisdicción del DF o del terreno de la CNA. Por lo tanto, es inevitable analizar la posibilidad de localizar el sitio de disposición final dentro del Estado de México, y examinar la opción del uso regional de un relleno por parte del GDF, el municipio que lo aloje y otros. Ya que se anticipa

que la coordinación entre estas partes para el establecimiento futuro de un relleno requerirá mucho tiempo para discutirlo antes de instaurarlo, la coordinación entre el GDF y otras entidades para el relleno futuro (a utilizarse después del año 2013) debe iniciarse a más tardar alrededor del año 2007.

Tal y como se mencionó anteriormente, el área de Bordo Poniente se encuentra sobre una capa arcillosa altamente compresible de 60 metros de espesor del ex lago de Texcoco; sus características se presentan en el Cuadro 7-20. En vista de esto, la altura del relleno de la Etapa IV está limitada a 8 metros conforme a un acuerdo con la CNA.

**Cuadro 7-20: Condición del Suelo de Bordo Poniente "Etapa IV"**

	Elevación (m)	Suelo	Grosor de la capa (m)	Peso unitario (ton/m <sup>3</sup> )	Cohesión (ton/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción interno (grado)	m <sub>v</sub> (10 <sup>-3</sup> cm <sup>2</sup> /kg)	C <sub>v</sub> (10 <sup>-3</sup> cm <sup>2</sup> /s)
1	+8.0 a 0.0	Residuos	8.0	1.00	1.0	35	-	-
2	0.0 a -4.0	Arcilloso	4.0	1.23	0.8	1.8	216.7	4.85
3	-4.0 a -8.5	Arcilloso	4.5	1.16	0.6	2.8	200.9	2.35
4	-8.5 a -9.0	Areno limoso	0.5	1.40	0	5.0	-	-
5	-9.0 a -17.0	Arcilloso	8.0	1.21	1.2	2.0	276.7	5.55
6	-17.0 a -26.0	Arcilloso	9.0	1.22	1.8	1.5	200.0	9.00
7	-26.0 a -26.5	Areno limoso	0.5	1.40	0	5.0	-	-
8	-26.5 a -34.5	Arcilloso	8.0	1.23	2.0	2.6	150.0	38.50
9	-34.5 a -36.0	Areno limoso	1.5	1.90	12.0	10.0	-	-
10	-36.0 a -45.0	Arcilloso	9.0	1.24	2.6	4.0	50.6	3.25

Fuente: DGSU

Cuando se depositan residuos sólidos sobre una capa de tierra altamente compresible, se debe poner mucha atención a la estabilidad de la pendiente del relleno y al asentamiento, debido a la consolidación del suelo ocasionado por la carga de residuos.

Los parámetros característicos del suelo presentados en el Cuadro 7-20 son utilizados en el Método Bishop para calcular la estabilidad de la pendiente. Los resultados se presentan en el Cuadro 7-21.

El cálculo reveló que el factor mínimo de seguridad de la pendiente del relleno de 0 a 8 metros de altura es 0.809, que es el menor comparado con otros. En teoría, podría darse el derrumbe de la pendiente debido a que su valor es menor a 1, aunque actualmente no se ha dado el caso.

Por otra parte, los factores mínimos de seguridad de las pendientes con una elevación de más de 8 metros a 24 metros tienen un rango mayor de 1.0, por lo que en caso de que se observen condiciones de relleno lentas, el riesgo de derrumbe en estas elevaciones será mínimo.

**Cuadro 7-21: Resultado del Cálculo de Estabilidad de la Pendiente (Método Bishop)**

Pendiente	Altura del relleno	Factor mínimo de seguridad	Coordenadas del deslizamiento rotacional (m)		Radio del deslizamiento rotacional (m)	Momento de resistencia (ton-m)	Momento de deslizamiento (ton-m)
			X	Y			
1	0.0 a 8.0	0.809	15.00	15.00	23.91	1,162.60	1,436.68
2	8.0 a 16.0	1.173	146.00	16.00	32.37	4,395.99	3,747.21
2-1	8.0 a 12.0	2.038	138.00	13.00	22.40	1,898.34	931.69
2-2	12.0 a 16.0	2.093	173.00	62.00	79.00	21,982.59	10,500.69
3	16.0 a 24.0	1.537	280.00	24.00	41.88	10,129.10	6,588.93



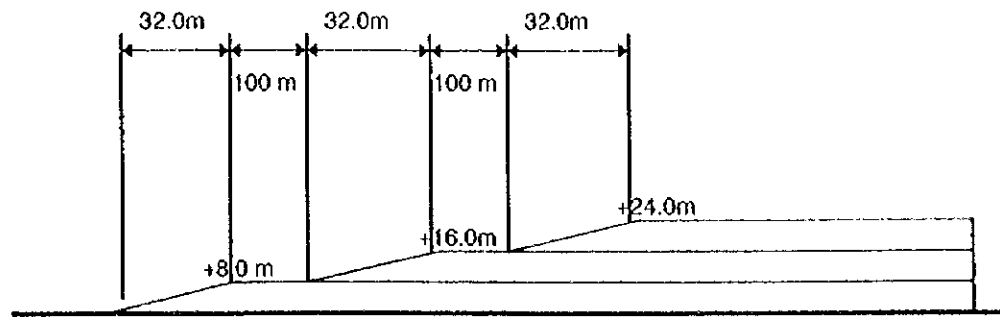


Figura 7-6: Sección del Relleno

Se estima que el asentamiento del suelo ocasionado por la carga de relleno, calculado con base en los parámetros característicos del suelo que se muestran en el Cuadro 7-20, es de 6 metros de asentamiento máximo por cada 8 metros de relleno. Se calcula que el tiempo requerido para un nivel de 95% de este asentamiento es de 1,280 días.

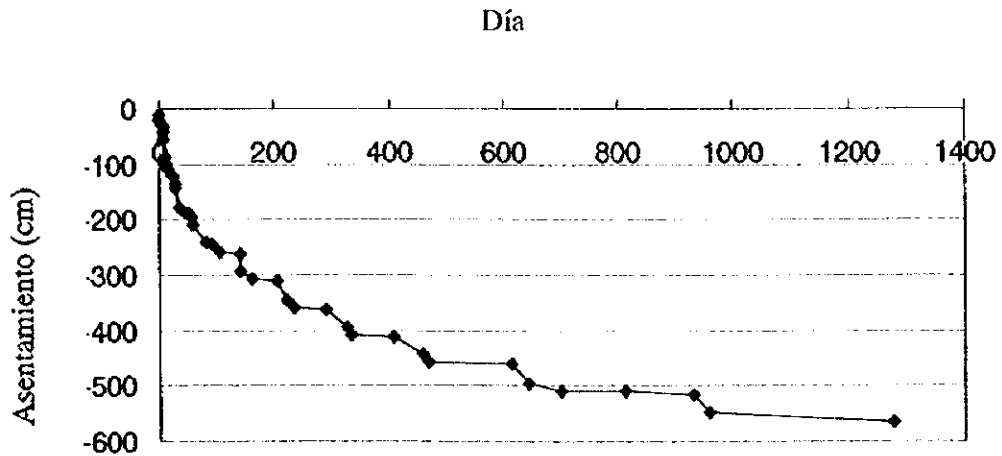


Figura 7-7: Curva de Tiempo de Asentamiento de la "Etapa IV"

e. Flujo Futuro de Residuos

El Cuadro 7-22 muestra el pronóstico para la cantidad de disposición y de reciclaje hasta el año 2010, sin el P/M y con el P/M respectivamente.

Cuadro 7-22: Pronóstico de Cantidad de Disposición de Residuos y de Reciclaje

		unidad: 1,000 ton/año				
		1998	2001	2004	2007	2010
Generación*		4,469	4,525	4,586	4,649	4,714
Sin plan	Relleno	3,765	3,811	3,861	3,912	3,970
	Reciclaje	182	184	186	189	191
Con plan	Relleno	---	3,876	3,385	3,340	3,278
	Reciclaje	---	224	380	476	591

Nota \*: Cantidad de generación en el DF y la que proviene de municipios en el Estado de México.

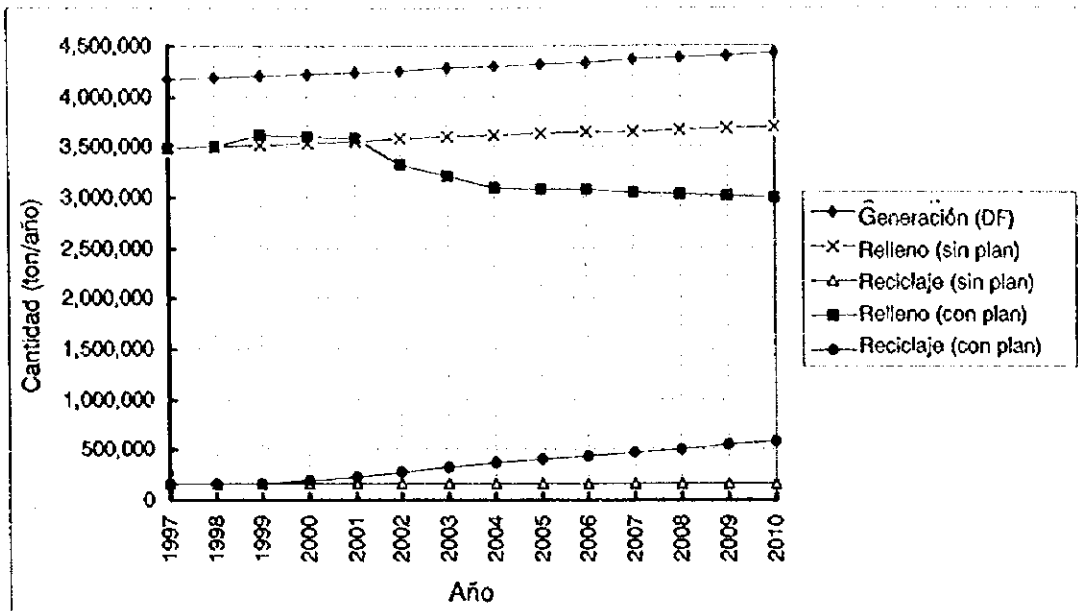


Figura 7-8: Pronóstico de Cantidad de Disposición de Residuos y de Reciclaje

La cantidad de reciclaje en el año 2010 con el P/M será 3.5 veces la de ese mismo año pero sin el P/M. Es más, el P/M reducirá la cantidad de disposición final en aproximadamente 714,000 ton/año en ese año en comparación con el caso sin el P/M.

Los flujos de residuos en el año meta del E/F (2004) y en el año meta del P/M (2010) se ilustran a continuación.

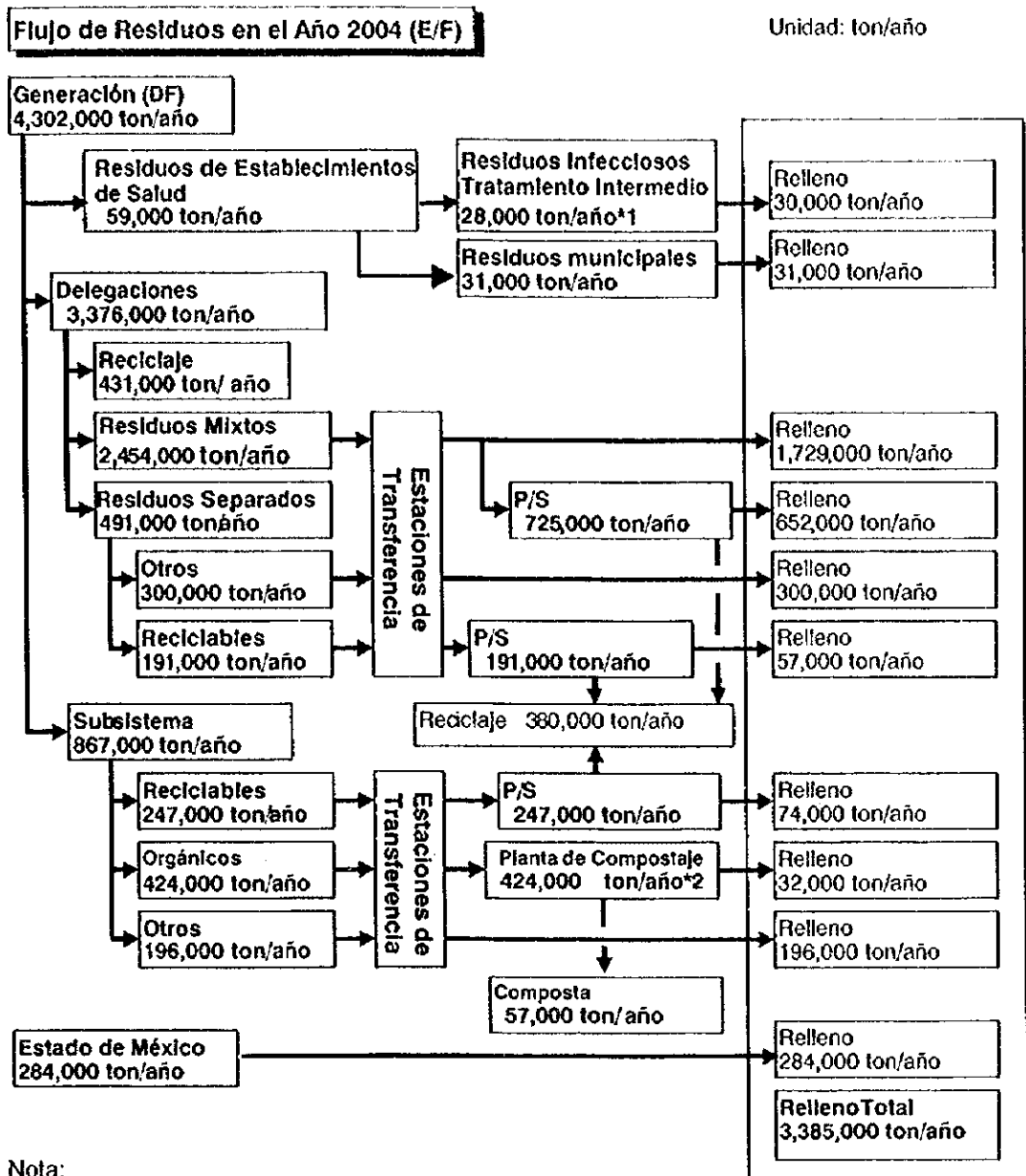


Figura 7-9: Flujo de Residuos en el Año 2004 (E/F)

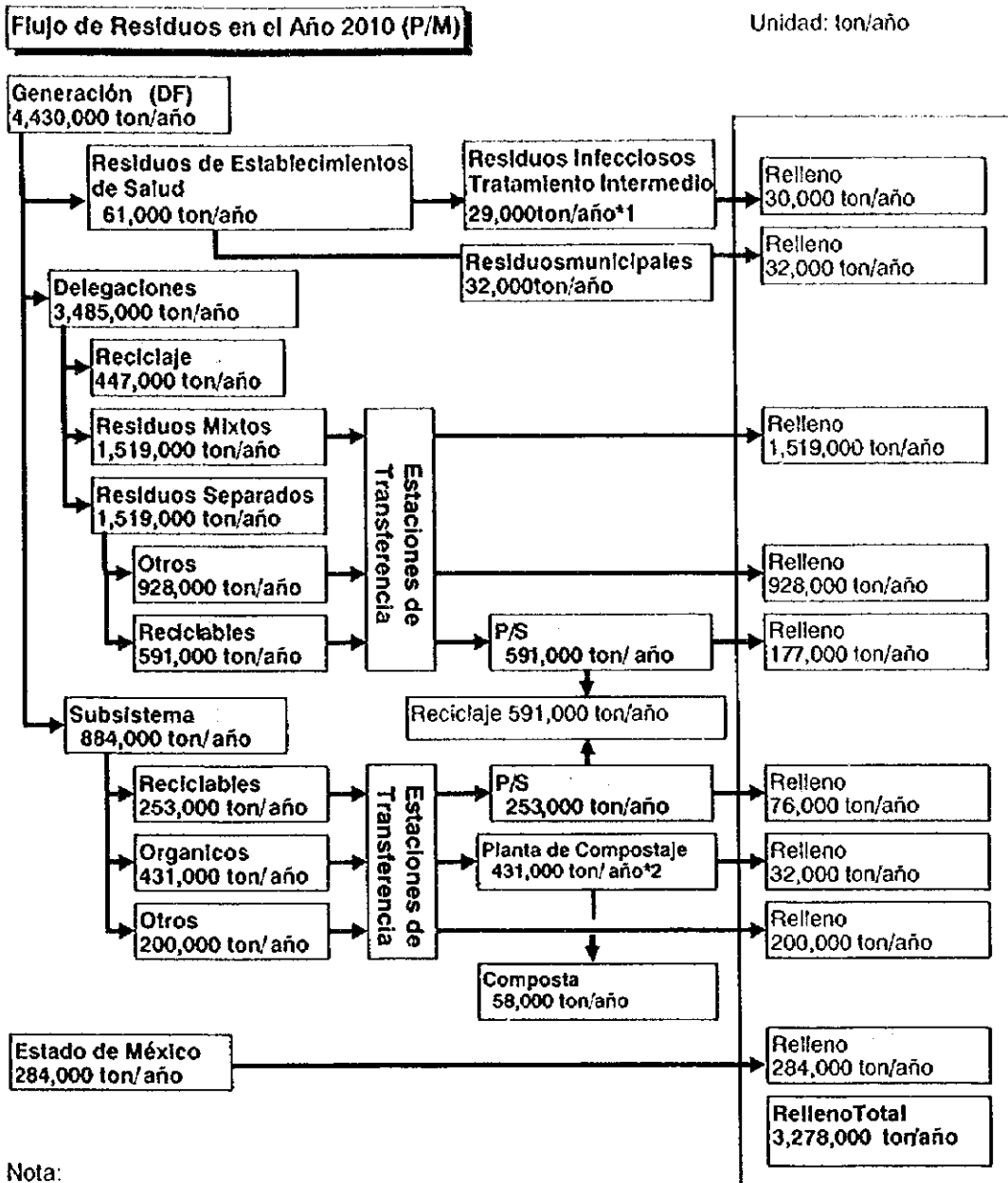


Figura 7-10: Flujo de Residuos en el Año 2010 (P/M)

### 7.2.3 Sistema Institucional del P/M

#### a. Institucionalización a partir de los Componentes Descendentes

La institucionalización de los componentes de MRS debe darse de manera gradual dentro del marco del P/M. Se recomienda que el procedimiento para la misma se dé a partir de los componentes “descendentes” (en el flujo de residuos)” en sentido hacia los componentes “ascendentes”, como lo muestra el Cuadro 7-23.

Cuadro 7-23: Institucionalización del P/M

	Flujo de Residuos	Flujo de Institucionalización	Fase 1	Fase 2	Fase 3	
			1999 - 2001	2002 - 2004	2005 - 2010	2011 -
Sub-sistema	↓	↓	Contratación de Entidades Privadas	(Preparar la Concesión) Contratación de Entidades Privadas	Concesión a Entidades Privadas	Concesión a Entidades Privadas
Recolección			Analizar la Concesión (Verificar las condiciones para institucionalizar la Sección 1 en entidades privadas)	Preparar la Concesión/ Permiso (Formalizar la Sección 1 como entidades privadas y con los fondos necesarios) <b>2a. Prioridad de Financiamiento</b>	Iniciar la Concesión y Permiso a Entidades Privadas	Concesión y Permiso
P/S			Analizar la Concesión (Verificar las condiciones para institucionalizar a los grupos de Ex-pepenadores en Cooperativas)	Preparar la Concesión (Formalizar a los grupos de Ex-pepenadores como Cooperativas y con los fondos necesarios) <b>2a. Prioridad de Financiamiento</b>	Concesión	Concesión
E/T y de Transporte			Contratación	Contratación	Contratación	Contratación
NTU			Inversión por parte de DGSU <b>1a. Prioridad de Financiamiento</b>	A1. Operación directa por DGSU, o A2. Operación contratada por DGSU. Análisis de cuatro opciones: A. Estado actual (DGSU), ya sea A1. o A2., B. Paraestatal y C. Concesión y preparación de B o C si se elige esta opción.	A1, A2, B o C.	A1, A2, B o C.
Disposición Final			Inversión por parte de DGSU <b>1a. Prioridad de Financiamiento</b>	A1. Operación directa por DGSU, o A2. Operación contratada por DGSU. Análisis de tres opciones: Estado actual (DGSU), ya sea A1. o A2. Y B. Paraestatal y preparación de B si se elige esta opción.	A1, A2 o B.	A1, A2 o B.
Nota:		Este cuadro muestra las alternativas propuestas por el equipo de JICA, las cuales serán analizadas a profundidad por el GDF.				

### a.1 De la Disposición Final al Flujo Ascendente

Ya que se seleccionó a la expansión vertical de la Etapa IV, así como la construcción de la nueva Etapa V como proyectos prioritarios (que están sujetos al E/F), el financiamiento e institucionalización del componente de **Disposición Final** serán de mayor prioridad, entre otros.

Es deseable que en el marco del P/M se establezca una tarifa por descarga de residuos (tasa unitaria por tonelada) en el componente de disposición final, y que tanto el DF como los municipios paguen esa tarifa.

### a.2 Del NTI (Planta de Compostaje) al Flujo Ascendente

Cuando se establezca una tarifa de descarga (tasa unitaria por tonelada) en el componente de **Disposición Final**, esto será el mejor criterio para justificar ciertos costos mínimos que desembolsará el GDF para procesar los residuos orgánicos en la **Planta de Compostaje.**, ya que si se reciben y se procesan dichos residuos en la planta de compostaje, se contribuirá a reducir la cantidad de disposición final y este costo de disposición, que está representado por la "tasa unitaria por tonelada descargada multiplicada por la cantidad reducida". También contribuirá a estructurar el precio de venta de la composta.

Posiblemente el GDF (DGSU u otras direcciones) comprarán la cuota mínima de composta a ese precio para mantener un consumo estable de este producto, por ejemplo para sembrar pasto en vastas áreas del antiguo Lago de Texcoco.

Es importante estructurar el **costo y precio** de la composta, aunque este producto debería consumirlo el propietario del proyecto (es decir, el GDF) bajo su discreción, para poner atención y mejorar el costo efectivo de los proyectos.

### a.3 Estaciones de Transferencia y Transporte

Cuando se establezcan tarifas de descarga para los componentes de NTI y para la **Disposición Final**, se establecerá la tarifa de descarga (tasa unitaria) para las **Estaciones de Transferencia** para las cantidades de residuos de los recolectores privados y/o industrias no peligrosas que descarguen sus residuos en las estaciones de transferencia.

### a.4 P/S y Recolección

Ya que el (los) componente (s) descendentes tendrán la prioridad en el financiamiento y las **P/S** y la **Recolección** tienen aspectos sociales sensibles, se tiene que preparar la institucionalización de los componentes de las **P/S** y de la **Recolección** con sumo cuidado y con más tiempo, y su financiamiento será de segunda prioridad.

### a.5 Subsistema

Se ha decidido que la recolección especial para el **Subsistema** la manejarán las Delegaciones a través de la contratación de la iniciativa privada a partir de 1999. La institucionalización del subsistema se dará antes de la institucionalización del componente de **Recolección**.

## **b. Procesos de Institucionalización de los Proyectos Prioritarios**

### **b.1 Disposición Final**

Los proyectos prioritarios para la disposición final comprenden la “expansión vertical de la Etapa IV” y la “construcción de la nueva Etapa V”, que se estima se utilizarán de manera alternada hasta el año 2013. Por lo tanto, se recomienda que una sola institución maneje ambos sitios.

Por otro lado, ya que ambos sitios se localizan en terrenos federales manejados por la CNA, el GDF debe asumir la responsabilidad como propietario de los proyectos, respecto a la protección ambiental a largo plazo. Por lo tanto, la inversión de los dos proyectos la debe llevar a cabo la DGSU en el corto plazo (1999 al 2001) del P/M, aunque las alternativas institucionales del P/M para la **operación y mantenimiento** de los dos sitios de disposición a mediano (2002-2004) y largo plazo (2005-2010) podrían ser las siguientes: “operación directa por parte de la DGSU”, “contratar la operación” o “por parte de una entidad paraestatal”.

### **b.2 Planta de Compostaje**

Ya que el otro proyecto prioritario (planta de compostaje) se ubicará también dentro de terrenos federales manejados por la CNA, el GDF debe asumir la responsabilidad como propietario de los proyectos. Por lo tanto, la inversión en la planta de compostaje la debe llevar a cabo la DGSU en el corto plazo (1999 al 2001) del P/M, aunque las alternativas institucionales del P/M para la **operación y mantenimiento** de la planta a mediano (2002-2004) y largo plazo (2005-2010) podrían ser las siguientes: “operación directa por parte de la DGSU”, “contratar la operación”, “por parte de una entidad paraestatal” o “concesión a una entidad privada”.

## **c. Papel de la Estación de Transferencia y Transporte**

Ya que el GDF busca lograr un MRS sustentable, el P/M propone la separación en fuente y la recolección separada para producir de manera exitosa composta y recuperar materiales reciclables, lo que en consecuencia reducirá la cantidad de disposición final. Se deben entregar los residuos en destinos apropiados de acuerdo con sus categorías, para alcanzar dichas metas. En este sentido, las estaciones de transferencia y transporte juegan un papel clave para un MRS exitoso por parte del GDF.

Por lo tanto, se percibe que la contratación podría ser la forma institucional adecuada para las estaciones de transferencia y transporte dentro del período del P/M.

## **7.2.4 Enfoque Social hacia el P/M**

### **7.2.4.1 Bosquejo del Enfoque**

El Cuadro 7-24 muestra la proposición de criterios y estrategias aplicables en los diferentes componentes del plan maestro para solucionar, minimizar o mitigar los puntos críticos sociales.

Cuadro 7-24: Estrategias para Solucionar Aspectos Críticos Sociales

Componentes	Objetivos	Criterios y estrategias para abatir, minimizar o mitigar los aspectos críticos sociales
1. Manejo en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo higiénico de los residuos en el hogar</li> <li>• Reducción, Reuso y Reciclaje de los residuos</li> <li>• Separación en la fuente</li> <li>• Concientización de la población como generadores de residuos</li> <li>• Minimización de embalajes y envases por la industria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Programa de educación comunitaria</li> <li>◆ Programa demostrativo en actual ejecución</li> <li>◆ Alentar la educación ambiental en las escuelas primarias</li> </ul>
2. Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación al sistema formal de trabajadores informales</li> <li>• Recolección separada</li> <li>• Mantener cultura de pago</li> <li>• Atención a los sectores periféricos y de difícil acceso</li> <li>• Salud ocupacional y seguridad contra accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Educación (Concientización de la industria)</li> <li>◆ Aprobación y aplicación de Normas Regulatorias</li> <li>◆ Concertación y Promoción del trabajador</li> <li>◆ Regularización de las actividades informales</li> <li>◆ Reconocimiento de las características locales</li> <li>◆ Reconocimiento de las características locales</li> <li>◆ Educación ambiental comunitaria y escolar</li> <li>◆ Promoción del empleo</li> <li>◆ Concertación</li> <li>◆ Concertación (formalización del sistema actual.)</li> </ul>
3. Plantas de selección de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concluir con el cierre sanitario del relleno de Sta. Catarina</li> <li>• Reducir los costos que ocasiona el GDF</li> <li>• Mayor eficiencia en la selección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Participación y sustentabilidad comunitarias</li> <li>◆ Supervisión y control</li> <li>◆ Capacitación</li> <li>◆ Supervisión y control</li> <li>◆ Concertación</li> <li>◆ Concertación</li> </ul>
4. E/T, Transporte y Disposición Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de contratos con empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Educación y Concertación</li> <li>◆ Supervisión y control</li> </ul>



#### 7.2.4.2 Programa de Educación Pública

Entre las estrategias mencionadas anteriormente, la educación pública debe comenzar en el corto plazo, lo cual se describe a continuación.

##### a. Conceptos Básicos

La sociedad en su conjunto conoce sólo superficialmente del problema de residuos sólidos y se reconoce que actualmente hay una limitada participación de la población del DF en la gestión de este servicio. Pero la participación ciudadana no ocurre espontáneamente. Para que no quede sólo en la retórica es indispensable establecer mecanismos, generar espacios, financiar algunos insumos básicos.

Dentro de los niveles posibles de participación ciudadana se identifican a la educación y a la información, como componentes básicos para lograr esa participación y para desarrollar conductas responsables en el manejo de los residuos sólidos en relación con la salud y el ambiente.

Salvo experiencias demostrativas aisladas, como la separación de residuos sólidos en edificios públicos que ejecutan la DGSU, no es frecuente encontrar programas que hayan considerado la sensibilización de los participantes mediante prácticas inductivas y la educación que instruya sobre el manejo adecuado de los residuos separados.

Una limitante para que la población se incorpore consciente y voluntariamente a un programa participativo del manejo de residuos sólidos es la reducida cultura ambiental que no les permite valorar los impactos negativos de los residuos sólidos sobre la salud, ni sobre el medio ambiente: agua, aire, suelo. Esta restricción educativa se hace crítica en la población adulta que sólo ha recibido conocimientos generales sobre el tema.

En los últimos años se ha ido integrando en el contenido de los programas educativos escolares temas relativos al cuidado del medio ambiente, e incluso se han producido cartillas y textos de muy buena calidad. A pesar de que acertadamente el plan de estudios propone que haya articulaciones y continuidad en el tratamiento de los contenidos durante los seis grados de la educación primaria, difícilmente se logran en el niño los hábitos en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos si estos tópicos sólo se enseñan teóricamente durante un año, y menos si no son acompañados durante toda la educación primaria con prácticas demostrativas, visitas a los servicios de limpia pública, a las plantas de selección, estaciones de transferencia y rellenos sanitarios. Si bien educar a las nuevas generaciones dará resultados positivos permanentes, esto no exime a los adultos de hoy de sus responsabilidades.

La escasa información, capacitación y entrenamiento de los trabajadores del servicio de limpia del GDF, de los contratistas de estaciones de transferencia, de plantas de selección de materiales, transporte y de relleno, y a los trabajadores informales y voluntarios de barrido y recolección y selección de materiales sobre aspectos relacionados a su salud, protección de medio ambiente, salud ocupacional y seguridad en el trabajo es evidente, y por lo tanto requiere rectificarse y replantearse.

Además es necesario capacitar y adiestrar a las unidades del GDF encargados de la supervisión y control del cada vez mayor número de contratistas del sector privado.

En resumen, el programa de educación pública no se puede reducir a la indispensable educación para promover el aseo la limpieza y la higiene de la

población, sino debe cubrir otros vacíos tales como la participación ciudadana, la información, la capacitación, el entrenamiento y la actualización del personal vinculado al servicio de limpia dentro y fuera del GDF.

#### **b. Guías para Desarrollar el Programa de Educación**

Un programa educativo es dependiente en gran medida de las actividades humanas y otras características marcadas por la cultura, los valores y las percepciones existentes entre los diferentes componentes de la sociedad urbana. Las siguientes guías y pautas son preliminares, teniendo en cuenta que el programa de educación comunitaria tendrá que ser desarrollado en detalle por el GDF, con la asistencia de profesionales mexicanos con alto grado de experiencia.

##### **b.1 Objetivos Generales**

- Impulsar en la ciudadanía del DF una cultura ambiental, dirigida a asumir la responsabilidad que le corresponde como generadora de residuos sólidos.

##### **b.2 Objetivos Específicos**

1. Educar sobre las prácticas apropiadas para el manejo de los residuos sólidos, y sobre el impacto negativo en la salud y el medio ambiente por el inadecuado manejo de los mismos.
2. Impulsar el actual programa escolar de educación ambiental enfatizando el manejo adecuado de residuos sólidos en todos los niveles de educación escolar.
3. Promover la separación de residuos sólidos en la fuente de generación y el aprovechamiento de los materiales separados.
4. Fomentar la minimización de la generación de envases y embalajes en la industria.
5. Informar permanentemente a la comunidad sobre los nuevos proyectos, propuestas y cambios del servicio de limpia del GDF.
6. Capacitar, entrenar y actualizar al personal del servicio de limpia del GDF y al personal fuera del GDF vinculado al servicio.
7. Promover la participación comunitaria en el MRS y fomentar la cercanía con el GDF.

##### **b.3 Componentes y Alcances**

###### **i. Educar sobre el Manejo de los Residuos Sólidos:**

Este objetivo tiene el propósito de que los ciudadanos tomen conciencia en relación a los residuos sólidos, que comprendan que todos somos generadores de residuos y que es responsabilidad de cada uno de ellos manejarlos adecuadamente. Algunas pautas de este componente educativo son los siguientes:

- Concientización sobre aspectos ambientales urbanos y los beneficios que resultan de un ambiente más limpio.
- La relación del manejo inadecuado de los residuos sólidos con la incidencia de algunas enfermedades (tifoidea, paratifoidea, hepatitis, enfermedades respiratorias, cólera)

- Proliferación de fauna nociva (ratas, moscas, cucarachas, mosquitos) que son vectores de enfermedades transmisibles.
- Alimentación de cerdos con basura, sin control, que puede afectar la salud de las personas que consumen la carne de cerdo infectada (cisticercosis, teniasis)
- Enfermedades agudas y crónicas como resultado de exposición a sustancias tóxicas contenidas en la basura (detergentes, baterías y pilas, metales pesados y otros).
- La contaminación del agua, del aire y del suelo por inadecuado manejo de residuos sólidos.
- Uso racional de los recursos naturales no renovables.
- Necesidad de minimizar la generación de residuos sólidos.
- La participación comunitaria en la obtención de los propósitos de las "3 R's": reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos.

## ii. Impulsar el Actual Programa Escolar de Educación Ambiental

Al impulsar los aspectos relacionados al manejo de residuos sólidos en el programa escolar de educación ambiental se trata de generar hábitos en la infancia que luego se multipliquen de manera natural en su comportamiento como adultos. Aún cuando el programa escolar de educación ambiental, que abarca los seis grados de la educación primaria, está bien estructurado e incluso cuenta con cartillas y textos de muy buena calidad se plantean algunas propuestas con el fin de impulsar la formación del niño en el manejo adecuado de los residuos sólidos.

- Tratar que en forma articulada y continua se impartan instrucciones sobre residuos sólidos en el programa de educación ambiental en cada uno de los seis grados de la educación primaria. Se debe tener presente que los hábitos y cambios de comportamiento referentes al manejo adecuado de los residuos sólidos requieren de un largo proceso.
- Más que otros servicios públicos, el de limpieza depende fundamentalmente del comportamiento personal y comunitario, y por lo tanto se debe conocer con más detalle a este servicio. Es así que se debe impulsar clases prácticas y visitas demostrativas del servicio de limpia del GDF, de las estaciones de transferencia, de plantas de selección y sitios de disposición final.
- Es necesario complementar la formación de los profesores en este campo particularmente a los profesores de Ciencias Naturales y Educación Cívica, asignaturas en las cuales se imparte conocimientos sobre este tema.
- Incorporar en los programas educativos, además de las "3 R's" la "cuarta erre": Responsabilidad ciudadana.

## iii. Promover la Separación de Residuos en la Fuente:

- Necesidad de minimizar la generación de residuos sólidos.
- Uso racional de los recursos naturales no renovables.
- Con previa sensibilización y educación comunitaria promover la separación de los residuos sólidos en la fuente para su aprovechamiento.
- La promoción de la separación de residuos en el DF tiene que estar debidamente coordinada con las decisiones técnicas que se tomen sobre la recolección, destino y comercialización del material separado.

- Dar a conocer a la comunidad las ventajas de la separación y aprovechamiento de los residuos.
    - ◆ Optimización de la operación de recolección.
    - ◆ Reducción del uso de recursos naturales no renovables.
    - ◆ Extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios.
  - Impulsar la separación de residuos peligrosos en la fuente.
  - Capacitar y entrenar al personal que realiza la recolección de material separado.
  - Fomentar el uso de artículos que emplean materiales reciclados.
- iv. Fomentar la Minimización de la Generación de Envases y Envolturas**
- Aprobación y aplicación de las normas regulatorias sobre minimización de envases y envolturas
  - Con la colaboración del INE y de las Cámaras Industriales promover la minimización de envases, envolturas y embalajes tanto en el proceso de producción como de uso.
  - Gestionar ante las autoridades el otorgamiento de incentivos económicos y/o fiscales para las industrias que participen en programas de minimización de residuos.
- v. Informar Permanentemente a la Comunidad**
- El GDF debe informar sobre:
    - ◆ Cambio de frecuencias y horarios en la recolección
    - ◆ Puntos de parada de vehículos recolectores
    - ◆ El empleo de recipientes y bolsas en el domicilio y procedimientos aceptables durante la recolección.
    - ◆ El uso de contenedores y papeleras en las vías y áreas públicas
  - Informar sobre la organización del servicio de limpia del GDF (DGSU y Delegaciones) así como las labores que realizan: barrido, recolección, transporte, selección de materiales y disposición final.
  - Información sobre las oficinas de reclamos y quejas de la DGSU y de las Delegaciones, donde puedan acudir los vecinos para exponer sus protestas y reclamos sobre deficiencias e incumplimiento en el servicio en forma personal o telefónicamente.
- vi. Capacitación**
- Capacitar, entrenar y actualizar al personal del servicio de limpia del GDF.
  - Colaborar en el entrenamiento de los trabajadores de las firmas contratistas y de los trabajadores informales.
  - Preparar un paquete de instrumentos de prevención y control de riesgos ambientales, ocupacionales y a la salud originados por el inadecuado MRS, orientado a los trabajadores del sector.

- Considerar la indumentaria y elementos de protección personal requeridos para uso de los trabajadores de la DGSU y de los contratistas indicados en el Cuadro 7-25.

**Cuadro 7-25: Indumentaria y Elementos de Protección Personal y su Uso**

Elemento	Uso
Calzado de seguridad	Expuestos a golpes en los pies
Casco de seguridad	Expuestos a golpes en la cabeza o caída de objetos
Guantes	Contacto con corto punzantes, químicos, abrasivos
Chaleco reflejante	Trabajos en vía pública, obligatorio en trabajos nocturnos
Botas de goma	Evitar pies mojados (se recomienda de caña corta)
Ropa de trabajo	Para todos los trabajadores
Impermeable	Para días lluviosos
Careta	Eventual exposición a salpicaduras, partículas
Mascarillas	Expuestos a elementos tóxicos, polvo

#### **vii. Promover la Participación Comunitaria en el MRS**

Por las características del servicio de limpia pública es imprescindible que el conjunto de los ciudadanos se involucre en una actitud positiva, de allí que el comportamiento adecuado hacia los residuos sólidos se encuentra estrechamente ligado a una conciencia cívica de convivencia ciudadana. El manejo adecuado de los residuos sólidos forma parte de los deberes y derechos de los ciudadanos. La participación comunitaria, entre otros, se refiere a:

- Acciones de participación comunitaria: minimización de los residuos sólidos, separación en la fuente, manejo en el punto de origen, reuso, reciclaje y otros.
- Atenta vigilancia comunitaria para que el servicio que el GDF ha establecido para el barrido, recolección, transporte y disposición final, funcione adecuadamente.
- Vigilancia para que los elementos constituyentes de la sociedad cumplan con las regulaciones y disposiciones sobre limpieza y manejo de los residuos en las vías públicas.
- Informar a la oficina de quejas respectiva del GDF sobre infracciones o fallas en el manejo de residuos sólidos en las vías públicas.
- Participación activa de las asociaciones de residentes y otras agrupaciones de la estructura comunitaria y de la sociedad civil en el programa de educación comunitaria.

#### **b.4 Fases del Programa de Educación**

Los diferentes componentes del programa de educación tendrían las siguientes fases.

- Fase de sensibilización: esta fase crea condiciones efectivas para que los ciudadanos puedan percibir la situación del MRS en el DF como un problema real, del cual forman parte y en cuya mejora deben participar.
- Fase de información: esta fase difunde la información a los diferentes tipos de usuarios a quienes está dirigido el componente programático de educación sobre manejo de residuos sólidos.

- Fase de educación: esta fase pretende la internalización de cambios de conducta para hacer sustentable el manejo de los residuos sólidos; la educación, entrenamiento y actualización de los recursos humanos al sector; la educación en la etapa escolar; la participación comunitaria en los diferentes proyectos del servicio de limpia; y otros.
- Fase de evaluación: esta fase evalúa anualmente y al término del proyecto el cumplimiento de sus metas.

**c. Unidad Ejecutora del Programa:**

En la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) del Gobierno del Distrito Federal se viene integrando una Dirección General para la Educación Ambiental, en donde se proyecta incidir sobre temas educativos en torno al aire, agua, suelo y en este contexto se prevé desarrollar aspectos de los residuos sólidos.

Actualmente, representantes de la DGSU de la Secretaría de Obras y Servicios, integran el Comité Ejecutivo convocado por la SMA, para promover la coordinación e integración de los diversos esfuerzos en los que el GDF se vienen desarrollando en materia de educación ambiental.

**d. Programación:**

1. Constitución de la unidad ejecutora: 1999
2. Preparación de planes y proyectos: 1999
3. Inicio de proyectos: 1999
4. Ejecución de proyectos: 2000-2010
5. Evaluación: Anualmente hasta el 2010

## 7.3 Estimación del Costo de Proyectos

Esta sección calcula los costos de los proyectos que se requieren en el Plan Maestro, y son los siguientes:

- 1) Expansión vertical del relleno existente (Etapa IV)
- 2) Desarrollo de un nuevo relleno (Etapa V)
- 3) Planta de composta
- 4) Costo de O&M de las Estaciones de Transferencia y Transporte
- 5) Costo de O&M de la Planta de Selección.

### 7.3.1 Condiciones Básicas

**a. Condiciones de Diseño**

Se llevó a cabo el diseño preliminar de los proyectos con base en la cantidad de residuos del año 2001 al 2010 que se calcularon en una sección previa.

**a.1 Datos Clave de Diseño**

- Peso específico de los residuos después de la compactación en los rellenos: 800 kg/m<sup>3</sup>
- Tiempo de operación de los rellenos: 24 horas/día  
365 días/año
- Tiempo de operación de la planta de compostaje: 8,000 horas/año

### a.2 Vida útil

- Camiones y equipo pesado: 7 años
- Edificios y obras civiles: 30 años

### a.3 Tiempo Restante del Equipo Existente

Se calcula que el tiempo restante para todo el equipo existente expirará en el año 2000, posteriormente se comprará nuevo equipo para los proyectos a partir de esa fecha.

### a.4 Calendario de Operación

Se calcula que el calendario de operación de las instalaciones será como el que se muestra en el Cuadro 7-26.

Cuadro 7-26: Calendario de Operación de las Instalaciones

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Etapa IV	■				■	■	■		■	■
Etapa V		■	■	■	■		■	■	■	
Composta		■	■	■	■	■	■	■	■	■

### a.5 Pronóstico de Cantidad de Residuos

- Rellenos

La cantidad pronosticada de residuos dispuestos en los rellenos del año 2001 al 2010 se muestran en el Cuadro 7-27.

Cuadro 7-27: Pronóstico de Cantidad de Residuos

Año	Total		Etapa IV		Etapa V	
	1000 ton	1000 m <sup>3</sup>	1000ton	1000m <sup>3</sup>	1000ton	1000 m <sup>3</sup>
2000						
2001	3,876	4,845	3,876	4,845		
2002	3,609	4,511			3,609	4,511
2003	3,493	4,366			3,493	4,366
2004	3,385	4,231			3,385	4,231
2005	3,373	4,216	3,373	4,216		
2006	3,358	4,198	3,358	4,198		
2007	3,340	4,175			3,340	4,175
2008	3,321	4,151			3,321	4,151
2009	3,300	4,125	3,300	4,125		
2010	3,278	4,098	3,278	4,098		
Total	34,333	42,916	17,185	21,482	17,148	21,434

- Planta de Compostaje

El pronóstico para la cantidad de residuos para compostaje en el año 2010 es de 431,000 ton/año.

### b. Diseño Conceptual

#### b.1 Expansión Vertical del Relleno Existente (Etapa IV)

La altura del relleno actual es de 8m a partir del suelo. Se ampliará el relleno hasta 24m de manera vertical a partir del suelo. Se ejecutará cada 8m una fase de relleno. La cantidad estimada de la parte ampliada fue de 26 millones de metros cúbicos.

Se muestran las partes principales de este proyecto en el Cuadro 7-28.

Cuadro 7-28: Diseño Conceptual de la Etapa IV

Conceptos	Instalaciones
Capacidad del relleno	Espacio disponible de 25,849,000m <sup>3</sup> (20,679,000 ton) para disposición de residuos.
Acceso	Nivel de 0m camino externo: 8,285m (existente) camino interno: 26,675m (existente) Nivel de 8m camino externo: 7,075m camino interno: 19,623m Nivel de 16m camino externo: 5,160m camino interno: 6,453m
Manejo de lixiviados	Pozos de extracción de lixiviados tubo de concreto de 600mm de diámetro: 24 tramos. Bomba de extracción de lixiviados: 24 piezas. Líneas de recolección de lixiviados Nivel de 0m: 26,675m Nivel de 8m: 26,708m Nivel de 16m: 11,613m
Manejo de biogas	Pozos de extracción de biogas tubo de concreto con diámetro de 600mm: 198 tramos. Tubo de extracción de biogas - PVC 200 Nivel de 8m: 141 tramos. Nivel de 16m: 102 tramos.
Manejo de agua superficial	Cubierta diaria/intermedia de tierra: 30cm (Puede usarse composta).
Monitoreo	Aspectos de monitoreo: - asentamiento del relleno - calidad de lixiviados - calidad de biogas
Diseño estético	Reja móvil Cubierta diaria/intermedia de tierra: 30cm (Puede usarse composta).
Clausura y posterior a clausura	Cubierta final de tierra: 60cm Siembra de pasto
Equipo para el relleno	Bulldozer (300 hp): 4 unidades Camiones para aspersado (de 15,000 litros): 2 unidades Excavadora (85 hp): 2 unidades

### b.2 Desarrollo de un Nuevo Relleno (Etapa V)

Se ha calculado que el sitio disponible para las actividades de disposición final deberá tener 250ha, el área utilizada para relleno será de 176ha y la altura del relleno ya completo será de 24m. Se llevará cabo el rellenado pro fases cada 8m así como el relleno existente. La capacidad estimada del nuevo relleno es de aproximadamente 24 millones de metros cúbicos.



Cuadro 7-29: Diseño Conceptual de la Etapa V

Conceptos	Instalaciones
Área	Área del sitio: 256 ha Área de relleno: 194 ha
Capacidad del relleno	Espacio disponible de 29,032,000m <sup>3</sup> (23,226,000 ton) para disposición de residuos.
Acceso	Vía de acceso: 605m Anillo periférico: 5,950m Nivel de 0m camino externo: 5,950m camino interno: 19,155m Nivel de 8m camino externo: 4,878m camino interno: 11,743m Elevación de 16m camino externo: 3,854m camino interno: 3,991m
Instalaciones para control en el transporte de residuos	Compuerta: 1 (existente) báscula: 2 Fosa para lavado de llantas: 1 Oficina en el sitio: 1 Taller: 1 Estacionamiento de autos: 1 Estacionamiento para equipo pesado y/o patio de almacenado: 1
Manejo de lixiviados	Pozos de extracción de lixiviados tubo de concreto con diámetro de 600mm: 15 tramos. Bomba de extracción de lixiviados: 15 unidades. Líneas de recolección de lixiviados Nivel de 0m: 25,105m Nivel de 8m: 16,621m Nivel de 16m: 7,845m
Manejo de biogas	Pozos de extracción de biogas tubo de concreto con diámetro de 600mm: 116 tramos. Tubo de extracción de biogas - PVC200 Nivel de 0m: 118 tramos. Nivel de 8m: 91 tramos. Nivel de 16m: 55 tramos.
Manejo de agua superficial	Cubierta diaria/intermedia de tierra: 30cm (Puede usarse composta).
Monitoreo	Aspectos de monitoreo: - asentamiento del relleno - calidad de lixiviados - calidad del biogas - manto freático - agua superficial Instalaciones de monitoreo - pozo de monitoreo: 4 unidades.
Diseño estético	Reja móvil Cubierta diaria/intermedia de tierra: 30cm (Puede usarse composta).
Clausura y posterior a clausura	Cubierta final de tierra: 60 cm Siembra de pasto
Equipo para el relleno	Bulldozer (300 hp): 4 unidades. Camiones para aspersado (de 15,000 litros): 2 unidades. Excavadora (85 hp): 2 unidades.

### b.3 Planta de Compostaje

El pronóstico de la cantidad de residuos para compostaje es de 431,000 ton/año. El tiempo de operación de la planta será de 8,400 horas/año. Posteriormente, la capacidad requerida para la planta será de aproximadamente 1,230 ton/día. Además, se estimó que el área requerida para la planta es de 36 ha.

$$(431,000 \text{ ton/año}) / (8,400 \text{ horas/año}) \times (24 \text{ horas/día}) = 1,231 \text{ ton/día}$$

aproximadamente 1,230 ton/día

### c. Tipo de Cambio

Se utilizó el siguiente tipo de cambio de octubre de 1998 para la estimación del costo.

$$1.00 \text{ USD} = 9.1 \text{ pesos}$$

## 7.3.2 Estimación del Costo

Los costos que se analizan aquí son en esencia los que serán requeridos del año 2000 al 2010.

### a. Expansión Vertical del Relleno Existente (Etapa IV)

Los costos totales calculados para la expansión vertical del relleno actual son de 29,860,000 USD. El costo unitario estimado por tonelada de residuos es de 1.74 USD/ton.

Cuadro 7-30: Programa de Inversión para la Expansión Vertical del Relleno Existente

Unidad: 1,000 USD	
Concepto	Costos
Inversión Inicial (1999-2000)	8,233
O & M (2001-2010)	21,627
<b>Total (1999-2010)</b>	<b>29,860</b>

Cuadro 7-31: Costos Unitarios de la Expansión Vertical del Relleno Existente

Costos totales	29,860,000 USD
Cantidad de disposición	17,185,000 ton
Costo unitario por ton. De residuos	1.74 USD/ton

### b. Desarrollo de un Nuevo Relleno (Etapa V)

Los costos totales calculados para el desarrollo de un nuevo relleno son de 42,249,000 USD. El costo unitario estimado por tonelada de residuos es de 2.46 USD/ton.

Cuadro 7-32: Programa de Inversión para el Desarrollo de un Nuevo Relleno

Unidad: 1,000 USD

Concepto	Costos
Inversión inicial (1999-2001)	12,708
O & M (2002-2010)	29,541
<b>Total (1999-2010)</b>	<b>42,249</b>

Cuadro 7-33: Costos unitarios para el Desarrollo del Nuevo Relleno

Costos totales	42,249,000 USD
Cantidad de disposición	17,148,000 ton
Costo unitario por ton. de residuos	2.46 USD/ton

c. **Planta de Compostaje**

Cuadro 7-34: Programa de Inversión para Planta de Compostaje

Concepto		Costos (1,000 USD)
Inversión inicial (2001 - 2003)		5,304
O & M (2002-2010)	Personal, combustible, abastecimiento de energía, etc.	13,296
<b>Costos totales</b>		<b>18,600</b>
Cantidad que ingresa a la planta de compostaje (2002-2010)		3,584,000 ton
*Costo unitario (costos totales / ingreso total)		5.19 USD/ton

\*Costo unitario por tonelada de material orgánico ingresado.

d. **Resumen de los Costos**

Cuadro 7-35: Resumen de los Costos

Unidad: 1,000 USD

Concepto	Etapa IV	Etapa V	Composta	Total
Inversión inicial (1999-2003)	8,233	12,708	5,304	26,245
O & M (2001-10)	21,627	29,541	13,296	64,464
<b>Total</b>	<b>29,860</b>	<b>42,249</b>	<b>18,600</b>	<b>90,709</b>

Cuadro 7-36: Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento

Unidad : 1,000 USD

Concepto		Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
BP Etapa IV	D.B		33												33
	D,D&S/V			298											298
	Con			7,902											7,902
	OP				4,109	536	446	536	3,828	3,909	446	536	3,718	3,563	21,627
	Total BP IV		33	8,200	4,109	536	446	536	3,828	3,909	446	536	3,718	3,563	29,860
BP Etapa V	D.B		41												41
	D,D&S/V			204	162										366
	Con				4,068										4,068
	OP				231	9,194	8,954	8,825	244	301	5,658	3,822	244	301	37,774
	Total BP V		41	204	4,461	9,194	8,954	8,825	244	301	5,658	3,822	244	301	42,249
Total de relleno			74	8,404	8,570	9,730	9,400	9,361	4,072	4,210	6,104	4,358	3,962	3,864	72,109
Planta de compostaje	D.B		50												50
	P,P		10	10											20
	D,D&S/V			164	99	33	33				13	2			344
	Con				2,376	551	551								3,478
	Equipo				1,250	177						1,142	177		2,746
	OP				33	1,185	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	11,962
	Total		60	174	3,758	1,946	1,927	1,343	1,343	1,343	1,343	1,356	2,487	1,520	1,343
Total de relleno y compostaje			134	8,578	12,328	11,676	11,327	10,704	5,415	5,553	7,460	6,845	5,482	5,207	90,709

Notas: D,B: diseño básico, D,D & S/V: diseño detallado y supervisión, Con: construcción, OP: operación; P,P: proyecto piloto

#### e. Costo de Operación y Mantenimiento de la Estación de Transferencia y Transporte

La operación y mantenimiento (O&M) de las estaciones de transferencia y transporte costaron a la DGSU 396,276,313 pesos en el año de 1997, mientras que la cantidad transportada fue de 3,123,000 ton/año. El costo unitario de O&M para las estaciones e transferencia y transporte resultó de 126.9 pesos/ton (US\$13.94/ton).

Se estimaron los costos de O&M para las estaciones de transferencia y transporte hasta el año 2010, con base en los costos unitarios anteriores y el cálculo de la cantidad transferida en los años correspondientes (ver Cuadro 7-37).

Cuadro 7-37: Costos de O & M de la Estación de Transferencia y Transporte

Año	Cantidad de transferencia (ton/año)	Costo de O&M (pesos)	Costo de O&M (U\$)
1997	3,123,000	396,276,313	43,547,000
1999	3,725,000	472,665,250	51,941,000
2000	3,740,000	474,568,600	52,150,000
2001	3,757,000	476,725,730	52,387,000
2002	3,776,000	479,136,640	52,652,000
2003	3,795,000	481,547,550	52,917,000
2004	3,812,000	483,704,680	53,154,000
2005	3,830,000	485,988,700	53,405,000
2006	3,848,000	488,272,720	53,656,000
2007	3,866,000	490,556,740	53,907,000
2008	3,884,000	492,840,760	54,158,000
2009	3,903,000	495,251,670	54,423,000
2010	3,922,000	497,662,580	54,688,000

f. Costo de Operación y Mantenimiento de la Planta de Selección

La DGSU clasifica los costos de O&M para las plantas de selección en 5 categorías, como lo muestra el Cuadro 7-38. Se asume que los costos no relacionados con las cantidades de residuos que ingresan son los de "limpieza", "control de fauna nociva" y "transportación de personas"; los costos variables de acuerdo con los cambios en la cantidad de residuos que ingresan son los de "control técnico" y "operación de maquinaria y equipo". Se estimaron los costos unitarios de O&M de 1997 con base en los costos y la cantidad de residuos ingresados que se registraron en ese año.

Se calcularon los costos de O&M para las plantas de selección hasta el año 2010 con base en estos costos unitarios, además de la cantidad de residuos a ingresar en los años correspondientes en el Cuadro 7-39.

Cuadro 7-38: Costos de O&M Actuales de las Plantas de Selección (1997)

	Bordo Poniente (pesos/año)	Aragón (pesos/año)	Santa Catarina (pesos/año)	Total (pesos/año)	Costo unit. (pesos/ton)*
Control técnico	6,168,830	4,946,703	8,158,923	19,274,456	*10.75
Operación de maquinaria y equipo	18,518,508	23,155,168	15,081,199	56,754,875	31.65
Limpieza	1,970,149		2,350,199	4,320,348	2.41
Control de fauna nociva	3,457,591	2,471,316	9,747,536	15,676,443	8.74
Transporte de personas	3,727,349	2,453,741		6,181,090	3.45
Total	33,842,427	33,026,928	35,337,857	102,207,212	57.00

Nota \*: Tonelada ingresada a las P/S.

Cuadro 7-39: Costo de Operación y Mantenimiento de las Plantas de Selección

Año	Cantidad que ingresa (ton/año)	Costo de operación y mantenimiento (peso/año)						Total	Total (US\$/año)
		Control técnico	Operación de maquinaria y equipo	Limpieza	Control de fauna nociva	Transporte de personas			
1997	1,793,245	19,274,456	56,754,875	4,320,348	15,676,443	6,181,090	102,207,212	11,232,000	
1999	1,650,000	17,738,000	52,223,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	96,141,000	10,565,000	
2000	1,647,000	17,705,000	52,128,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	96,013,000	10,551,000	
2001	1,644,000	17,673,000	52,033,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	95,886,000	10,537,000	
2002	1,498,000	16,104,000	47,412,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	89,696,000	9,857,000	
2003	1,367,000	14,695,000	43,266,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	84,141,000	9,246,000	
2004	1,163,000	12,502,000	36,809,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	75,491,000	8,296,000	
2005	1,071,000	11,513,000	33,897,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	71,590,000	7,867,000	
2006	993,000	10,675,000	31,428,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	68,283,000	7,504,000	
2007	932,000	10,019,000	29,498,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	65,697,000	7,219,000	
2008	887,000	9,535,000	28,074,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	63,789,000	7,010,000	
2009	857,000	9,213,000	27,124,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	62,517,000	6,870,000	
2010	844,000	9,073,000	26,713,000	4,320,000	15,680,000	6,180,000	61,966,000	6,809,000	

## 7.4 Evaluación del Plan Maestro

### 7.4.1 Evaluación Técnica

Se ha analizado si los sistemas técnicos propuestos en el P/M son compatibles y aplicables en comparación con las técnicas utilizadas por el GDF.

Los sistemas técnicos propuestos en el P/M son principalmente los siguientes:

- introducción gradual de la descarga y recolección separada;
- establecimiento de un sistema de monitoreo y control para la transferencia y el transporte;
- mejoramiento de la proporción de recuperación de materiales en las P/S;
- compostaje de los residuos orgánicos;
- expansión vertical del sitio de disposición final de Bordo Poniente Etapa IV y
- construcción del nuevo sitio de disposición final Bordo Poniente Etapa V.

#### a. Descarga y Recolección Separada

Se instrumentaron proyectos piloto de descarga y recolección separada en tres categorías desde 1996. El proyecto piloto en 1998 alcanzó una proporción de separación de 92%. Esto indica que la DGSU ha acumulado experiencia técnica y conocimiento en la descarga y recolección separada. Por lo tanto, se puede juzgar que la introducción gradual de la descarga y recolección separada es técnicamente viable.

#### b. Sistema de Monitoreo y Control del Transporte

La asignación de vehículos para el transporte de RS está sujeta a un control intensivo por parte de la DGSU a través del monitoreo GPS; sin embargo, la cantidad

transferida es controlada de manera individual por las estaciones de transferencia respectivas y los formatos de reporte también son distintos unos de otros.

El P/M propone que se introduzca un formato único para la compilación de datos y el monitoreo completo de la cantidad de transferencia, junto con control para la asignación de vehículos, el cual ya estableció un sistema central de monitoreo y control.

La DGSU ya cuenta con la capacidad técnica para el monitoreo y control central de la asignación de vehículos para transporte de RS. Al desarrollar el sistema de control existente (para la asignación de vehículos), se podrá contar con otro control (para la cantidad transferida). Esta propuesta dentro del P/M seguramente funcionará de manera correcta.

**c. Incremento en la Recuperación de las Plantas de Selección**

La propuesta para mejorar la recuperación de las P/S recomienda como aspectos técnicos que se reduzca la cantidad introducida y se disminuya la velocidad de la banda de selección. No se necesita una renovación tecnológica ni introducir tecnología; Únicamente se necesitan cambios en la operación de la planta. Por lo tanto, esta propuesta en el P/M también funciona para los aspectos técnicos.

**d. Compostaje**

Actualmente la DGSU opera una pequeña planta de composta en pilas para el procesamiento de los residuos de jardinería (como las ramas podadas de árboles y el pasto), y la composta resultante tiene una calidad satisfactoria. Esto comprueba que la DGSU cuenta con la capacidad técnica para operar una planta de compostaje en pilas. Por lo tanto, si se utilizan y desarrollan las capacidades técnicas de la DGSU para el compostaje, la propuesta del P/M - el compostaje de los residuos orgánicos separados - se vuelve viable.

**e. Expansión Vertical de Bordo Poniente Etapa IV**

Esta propuesta del P/M va de acuerdo con las prácticas actuales para la operación de relleno por parte de la DGSU. Se considera que la DGSU puede cumplir con los requerimientos técnicos de esta propuesta.

**f. Construcción del Nuevo Sitio de Disposición Final (Bordo Poniente Etapa V)**

Se propone que la Etapa V se construya con los mismos componentes técnicos que se han utilizado en el relleno actual (Etapa IV). Por lo tanto, se prevé que no habrá algún problema técnico.

**7.4.2 Evaluación Financiera - Búsqueda de la Sustentabilidad del Proyecto**

El análisis y los documentos de esta subsección se enfocan en la evaluación de (i) el costo del manejo de residuos sólidos que existe actualmente, (ii) las necesidades financieras asociadas con las posibles alternativas institucionales y fuentes de recursos, y (iii) los impactos fiscales sobre la DGSU. Esto acarrea las posteriores discusiones y la posible jerarquización de las alternativas a instrumentarse, dentro de las condiciones de macro - desequilibrio que enfrenta México en el presente y la posición financiera del GDF.

Posterior a las notas de introducción, la subsección 7.4.2.1 proporciona un resumen de indicadores macroeconómicos y las finanzas públicas en el país y el DF, así como los cambios en la asignación de presupuesto a la DGSU, para entender el ambiente financiero en el que se desarrolla el proyecto; después se discutirán los costos acumulados en el manejo de residuos sólidos (MRS) del DF en el Anexo C.6.5, para así comprender los antecedentes financieros del proyecto. Posteriormente en el Anexo E.4.1, se preparan análisis de sustentabilidad que buscan determinar la magnitud de los desembolsos que la DGSU tiene y puede llevar a cabo durante el período del Plan Maestro, recordándose que se toman en consideración una serie de hipótesis para este análisis cuantitativo e incorporándose la información de los segmentos institucional, técnico y macroeconómico del proyecto en cuestión, según corresponda. Por último, se realizan las notas conclusivas acerca de la sustentabilidad financiera de la DGSU, en relación con las alternativas que permitan una seguridad en la distribución presupuestaria dentro del GDF y la posible participación del sector privado para contribuir con fondos en los servicios públicos en cuestión.

La sección de Datos M del Libro de Datos muestra los análisis detallados de los indicadores macroeconómicos en el país y en la economía regional del DF, así como el marco analítico, la configuración del modelo y los parámetros hipotéticos empleados para este análisis de sustentabilidad.

#### **7.4.2.1 Indicadores Macroeconómicos y Regionales, las Finanzas Públicas en el DF y el Segmento Presupuestario de la DGSU**

##### **a. Tendencia Reciente en el Desempeño Económico**

Debido al estremecimiento en Rusia y el temor de que Venezuela siguiera el efecto de Moscú y devaluara su moneda frente al dólar estadounidense, la ola sacudió a México y otros mercados latinoamericanos a finales de agosto de 1998. El peso mexicano, que descendió a un nivel histórico de 9.78 por dólar el 21 de agosto de 1998, se cotizaba a niveles muy cercanos a 10.0 pesos en las casas de cambio del aeropuerto durante el fin de semana, lo cual acarreó una salida masiva de fondos y cuya perspectiva era que iba continuar dicha hemorragia. Dado que la tendencia en los mercados financieros perdura durante algún tiempo, las importaciones se vuelven costosas, lo que fuerza el incremento de los precios locales. Con esta perspectiva, pocos analistas prevén una inflación por debajo de 14% para 1998, aunque hasta la fecha el gobierno se ha rehusado a modificar la meta de inflación de 12% para el país en el mismo año. En el mercado de finanzas, los certificados de la tesorería a 28 días (CETES) se elevaron a 36.94% el 8 de septiembre de 1998, un salto dramático de 978 puntos, que fue el más alto en 28 meses, mientras que el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa se elevó por segundo día y el peso se mantuvo a 10.26 pesos por dólar<sup>4</sup>.

Mientras tanto, parece que el gobierno no está todavía listo para intervenir en el mercado mediante la inyección de más dólares de sus reservas para respaldar el tipo de cambio. Además, el gobierno ya se vio forzado a hacer un recorte de 4,000 millones en gastos para su presupuesto de 1998, debido a la caída en los precios del petróleo, los más bajos desde hace 10 años. Estos precios no se han recuperado lo suficiente para evitar a México mayores ajustes en su presupuesto. Sin embargo, el Subsecretario de Ingresos dijo que la Secretaría de Hacienda ya desestimó mas cortes

<sup>4</sup> Fuente: *The News*, 9 de septiembre de 1998.



presupuestales para este año, ya que el presupuesto para 1999 tiene que enviarse al Congreso de la Unión a mediados de noviembre.

Por otro lado, el gobierno anunció un proyecto macroeconómico en noviembre de 1997, conocido como el Programa Nacional de Financiamiento para el Desarrollo 1997-2000 (PRONAFIDE), que establece el marco de las políticas a seguir por la administración actual por el tiempo restante. Este programa incluye una serie de principios explícitos, junto con un escenario cuantitativo, que los creadores de políticas deben adoptar para los 3-4 años siguientes y mantener un ambiente macroeconómico estable en el país. Este escenario base visualiza un retorno gradual al crecimiento del PIB de 5.6% a finales de este período, encabezados por las exportaciones e inversión, mientras el consume se incrementa a un paso constante. La inflación tiene una meta descendente, de 15.7% en 1997 a 7.5% para el año 2000. En conjunción con el aumento del ahorro externo a 3.2 del PIB, el ahorro interno bruto está calculado en 22.2% del PIB para el 2000, comparados con 1.6% y 20.6% del PIB en 1997, respectivamente. El déficit en cuenta corriente en el 2000 está estimado en 15,300 millones de dólares, incrementado de la cifra de 6,000 millones de 1997, mientras que el déficit del sector público disminuye a 0.3% del PIB, a diferencia de 0.5% durante el mismo período<sup>5</sup>.

Cuadro 7-40: Indicadores Económicos/Sociales Clave<sup>6</sup>

Gasto público respecto al PIB (1997, estimado)	23.1 %
Déficit fiscal del gobierno federal respecto al PIB (1997)	-0.5 %
Saldo de la cuenta corriente respecto al PIB (1997)	-1.7 %
Proporción de servicio de la deuda (1997, estimado)	31.3 %
Crecimiento de la población (promedio anual 1993-97)	2.52 %
Crecimiento de la población, (final del período, 1997)	1.7 %
Compensación a empleados como % del PIB (actual, 1995)	31.1%
Tasa de desempleo (diciembre de 1997)	2.8 %
Participación de ingresos del 20% más acaudalado (1992)	55.6 %

El cambio cronológico en los indicadores macro se ilustra en la Figura 7-11.

<sup>5</sup> Debe notarse que las variables macroeconómicas del PRONAFIDE no son un pronóstico sino más bien tendencias de evolución que sirven de referencia, mientras que el desarrollo de un año a otro pueden fluctuar sobre esta base. (Ref.: OCDE, *Sondeos Económicos 1998, México, 1998*; Banco de México, *La Economía mexicana, 1998*, junio del mismo año).

<sup>6</sup> Fuentes: EIU, *Country Profile*, diciembre de 1997; Instituto de Finanzas Internacionales, *Informe Económico de México*, febrero de 1998; Banco Mundial, *Estrategia de Asistencia al País*, noviembre de 1996; OCDE, *Sondeos Económicos 1998, México, febrero de 1998*; Banco de México, *La Economía Mexicana, 1998*

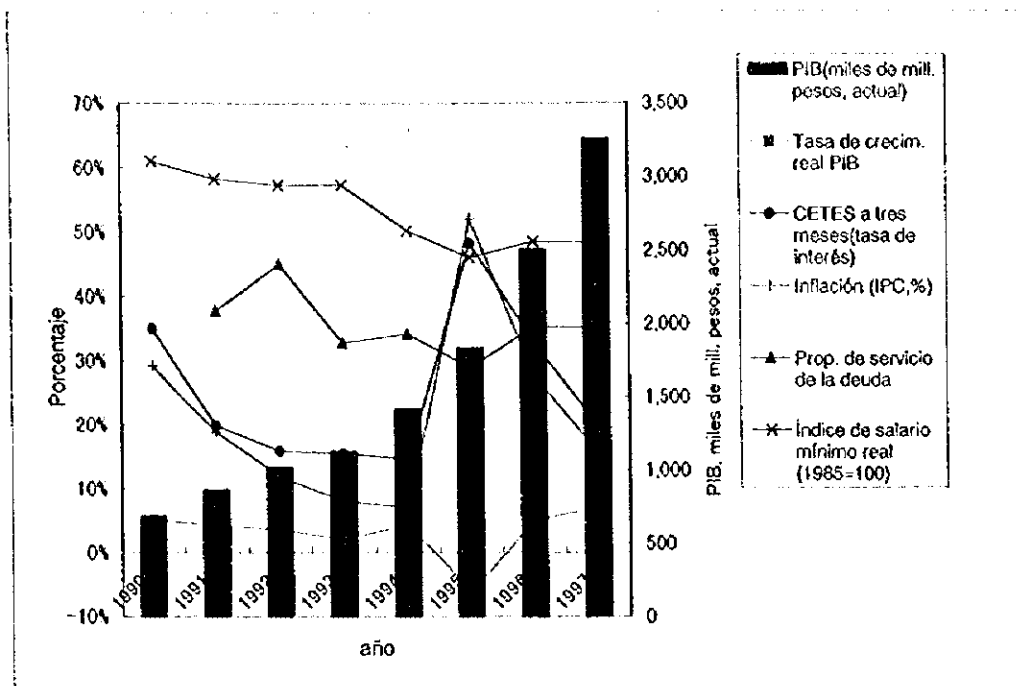


Figura 7-11: Cambios Cronológicos en los Macro-Indicadores, 1990 - 1997

#### b. Economía Regional en el DF

En el frente económico, el producto regional bruto nominal (PRB) fue de 97 millones en 1997, representando 24.1% oferta total del país. Respecto a la estructura industrial, poco han contribuido los sectores primarios al PRB, como son la agricultura, ganadería y minería. Con una población un poco menor a 8.5 millones (9.3% del total del país), el producto regional bruto (PRB) per capita en el DF fue de 11,426 pesos en 1997, que es 2.6 veces mayor que la producción total nacional per capita. El promedio de tasa de crecimiento anual del PRB de 1990 a 1996 fue 2.6%, mientras que fue de 3.5% durante la crisis anterior a la moneda a finales de 1994.

Los perfiles estatales en números y visuales se muestran en la sección de Datos M del Libro de Datos.

#### c. Finanzas y Deuda Pública en el DF

El presupuesto del gobierno del DF, coincidente con el año calendario, comprende ingresos y gastos recurrentes, pero no contempla un "presupuesto para desarrollo" de manera explícita en documentos oficiales. Las fuentes actuales de ingresos del gobierno del DF son (i) ingresos propios y (ii) aportaciones del Gobierno Federal. La primera categoría se divide en (a) impuestos, (b) derechos, (c) contribuciones no comprendidas a partir del Gobierno Federal, (d) productos, (e) aprovechamientos, (f) ADEFAS y (g) otros ingresos. Esta última subcategoría se divide en (a) contribuciones para mejoras, (b) accesorios de las contribuciones, (c) participaciones en ingresos federales y (d) participaciones por actos de coordinación. De los fondos transferidos a partir del gobierno federal, las participaciones transferidas a partir del Gobierno Federal constituyen la mayor fuente de ingresos para el gobierno del DF, así como para otros gobiernos locales (estados y municipios).

Incluyendo todas las fuentes de recursos mencionadas anteriormente, los ingresos brutos del DF para el año fiscal de 1998 se estiman en 38,712 millones de pesos, a diferencia de los 31,105 millones, 25,097 millones y 18,153 millones de 1997, 1996 y 1995 respectivamente, con una tasa de crecimiento anual de 28.7% en términos nominales<sup>7</sup>. La porción de ingresos propios viene disminuyendo gradualmente durante el mismo período, de 60.3% en 1995 a 55.4% en 1998. Entre las fuentes de recursos del DF, los principales son los impuestos con 21% de los ingresos brutos, seguidos por otros, productos, derechos, ADEFAS, aprovechamientos y contribuciones no comprendidas con 13.2%, 9.2%, 9.1%, 1.5%, 1.4% y 0.0% respectivamente. La participación de ingresos por impuestos transferidos desde el Gobierno Federal representa 34.9% en 1998, y disminuyó de cierta manera con respecto al nivel de 42.2% de los ingresos brutos en 1996. El balance entre las partidas de transferencia es entre las participaciones por actos de coordinación, accesorios de las contribuciones y contribuciones de mejoras, que representan 7.7%, 1.6% y 0.4%, en ese orden.

Los gastos totales del DF comprenden tres partes: los gastos del gobierno del DF, gastos de transferencia a las delegaciones y gastos por entidades paraestatales. En 1998, los gastos fiscales brutos fueron de 42,254 millones de pesos, de los cuales el gobierno del DF, las entidades y las delegaciones contabilizan 60.6%, 23.9% y un balance de 15.6%, a diferencia de los 33,566 millones, 27,664 millones y 19,865 millones de 1997, 1996 y 1995. Respecto a los gastos atribuidos únicamente al gobierno del DF, éstos aumentaron 28.9% en términos nominales, de 17,682 millones en 1995 a 25,784 millones en 1998. El déficit presupuestal del DF de 3,862 millones de pesos, o aproximadamente 0.47% y 0.1% del PRB y PIB en 1997, fue financiado con deuda pública, como se detalla en la siguiente subsección.

Para el año fiscal de 1997, la cantidad total de deuda externa del gobierno del DF fue de 11,786 millones de pesos, que equivalió a cerca de 0.36% del PIB. Para redondear la brecha fiscal en 1998, el Congreso de la Unión autorizó al DF, conforme al Artículo 2 de la Ley de Ingresos de la Federación y a la Ley de Ingresos del Distrito Federal (DF), a ejercer un préstamo neto de 7,500 millones de pesos como máximo<sup>8</sup>. Con esto, la deuda consolidada desde finales de 1997 creció 1.97%, alcanzando una cifra total de 12,019.9 millones de pesos, ó 0.35% del PIB<sup>9</sup>.

La salud financiera de las entidades es una función de gastos acumulados cada año, aunque también es la porción de servicios a la deuda fuera de los fondos generados en un año. Visto en esta perspectiva, la proporción de servicio de la deuda (PSD) destaca como un índice que representa la solidez en el manejo de las finanzas. Con 2,609.4

<sup>7</sup> Los ingresos del DF en términos reales están disminuyendo, si se considera el alto nivel de inflación durante y posterior a la crisis del peso de 1995-1998.

<sup>8</sup> Referencia: Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). El informe sobre el estado de la deuda pública del Gobierno del Distrito Federal se envía tres veces al año al Congreso de la Unión, conforme lo estipula el Artículo 73, secciones VIII y 122, Letra C de la segunda base, y Letra F de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; en el Artículo 67, sección XV del Estatuto del Gobierno del Distrito Federal; en el Artículo 23 de la Ley General sobre Deuda Pública del Gobierno del DF. Igualmente, la SHCP tiene la obligación judicial de remitir un informe llamado *Informes sobre la Situación Económica, las Finanzas Públicas y la Deuda Pública* al Congreso, para revisar el avance y evolución de la economía, las finanzas y deuda públicas, y que contiene estadísticas respecto al ingreso y los gastos incurridos durante el trimestre 45 días después de finalizado el mismo. También se remite una Cuenta de la Hacienda Pública Federal para su revisión en el Congreso.

<sup>9</sup> Asumiendo 5% de crecimiento del PIB en 1998 en términos nominales.

millones de pesos de servicios a la deuda autorizados por el Congreso para 1998<sup>10</sup>, la PSD en términos de los ingresos en general y de los ingresos propios resultaron de 6.7% y 12.2%, respectivamente. Del servicio de la deuda autorizado, 1,907.9 millones<sup>11</sup>, equivalentes a 73.1% del total, se canaliza al pago de intereses en el año.

#### d. Distribución de Presupuesto al MRS

En términos nominales, los fondos asignados al MRS en el DF aumentaron en promedio 17.8% anual, de un nivel previo de 950.2 millones de pesos a 1,560.4 millones. De éstos, el presupuesto de la DGSU aumentó 10.0% en promedio, de 742.1 millones en 1997 a 992.1 millones en 1999. El saldo restante se canalizó a las delegaciones. Con el aumento general de precios que ocurrieron en el país, el presupuesto para MRS en el DF virtualmente disminuyó.<sup>12</sup>

### 7.4.2.2 Notas Conclusivas

El plan de inversión del sector propuesto que cubre una gama amplia de actividades relacionada con el embellecimiento del medio ambiente y prevención de daños a la salud, tiene la finalidad de mejorar en forma eficiente y eficazmente el servicio del manejo de residuos sólidos cuya necesidad es urgentemente requerida en la región. Se juzga que la DGSU puede sobrellevar el gasto requerido para el plan por las siguientes razones:

- El ingreso anual de la DGSU en 1997 fue de 742.1 millones de pesos (US\$ 81.5 millones)
- El gasto empleado para la O&M del presente relleno (Etapa IV) en 1997 fue aproximadamente de 105.7 millones de pesos (US\$ 11.6 millones) siendo aproximadamente el 14.2% del gasto total de la DGSU
- El ingreso anual de la DGSU en 1999 fue estimado en aproximadamente 992.1 millones de pesos (US\$ 109.0 millones)
- Asumiendo que pueden usarse el 14% del ingreso para los proyectos prioritarios, se considera que estarán disponibles aproximadamente US\$ 15 millones.
- Con US\$ 15 millones pueden cubrir el gasto anual estimado de US\$ 12.3 millones para los proyectos de prioridad en el 2001.

Por consiguiente, se considera que el plan de la inversión es financieramente apropiado y contribuye al aumento de los beneficios y bienestar de las personas.

### 7.4.3 Evaluación Económica

Con el incremento de servicios efectivos y eficientes para el manejo de residuos sólidos en la región, el plan de inversión propuesto es la solución menos costosa y ambientalmente firme para mitigar la degradación sanitaria y ambiental, además de

<sup>10</sup> Fuente: HACIENDA, *Informes sobre la Situación Económica, las Finanzas Públicas y Deuda Pública, Acciones y Resultados del Primer Trimestre de 1998*, mayo 1998.

<sup>11</sup> Fuente: *Cuenta Pública del DF 1998*

<sup>12</sup> Las tasas de inflación a partir de los cambios en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) son 52.0%, 27.7% y 15.7% de 1995 a 1997. (Fuente: Banco de México, *La Economía Mexicana*, 1998)

reforzar el hábitat y las bases financieras que llevan al mejoramiento del bienestar de la gente y embellecimiento urbano. Además, el proyecto ayudará a incrementar la disponibilidad y confianza en la prestación de los servicios de manejo de residuos sólidos en el DF, además de proporcionar los prerequisites básicos para posibles programas de inversión, a partir de fuentes internas y externas, y el consiguiente bienestar.

#### 7.4.4 Evaluación Institucional

La institucionalización de los componentes del MRS (es decir la recolección, el subsistema, las estaciones de transferencia, el transporte, las P/S, el NTI y la disposición final) deben ser analizados de manera cuidadosa y expuestos en el P/M, considerando la Metas incluidas en el mismo y que buscan lo siguiente:

- promover la salud y el bienestar de los ciudadanos (incluyendo a aquellos que trabajan en el MRS);
- instaurar un MRS de costo efectivo; y
- contribuir a la preservación ambiental.

##### a. Secuencia de Institucionalización

Se requiere forzosamente la institucionalización de los componentes (ya sean privados, paraestatales u otros) para alcanzar una MRS de costo efectivo, aunque hay variaciones en los tiempos de transformación por componente.

Respecto al MRS de costo efectivo, se recomienda el proceso de institucionalización (a partir del flujo ascendente) propuesto en el P/M. Ayudará a estructurar los precios de los componentes respectivos del MRS, permitirá a la DGSU iniciar el monitoreo de la efectividad del costo de los componentes respectivos.

Ya que el NTI (apoyado por la descarga de residuos separados por parte de los ciudadanos) y los sitios de disposición final son funciones clave para "contribuir a la preservación del ambiente", sus institucionalizaciones, propuestas en el corto plazo, serán un logro apreciable en el P/M.

Por lo tanto, es una decisión correcta que se planee dentro del P/M la transición en secuencia inversa al flujo de residuos, es decir del flujo descendente al flujo ascendente.

##### b. Tiempo Suficiente para la Institucionalización

Por otro lado, uno de los objetivos del P/M es el siguiente:

- "promover el bienestar de aquellas personas que trabajan en el MRS".

En este sentido, el P/M sugiere que se debiera utilizar más tiempo en la institucionalización de los componentes descendentes del flujo en los cuales trabaja más gente en el MRS.

Por lo tanto, la transición institucional que se muestra en el P/M es recomendable y pertinente para el GDF.

### **c. Cambio del Papel Desempeñado por la DGSU a Largo Plazo**

Para lograr el éxito en la institucionalización del MRS a largo plazo, también será necesario que la DGSU cambie gradualmente su actividad de ejecución a supervisión. Los requisitos esenciales para la DGSU para desempeñarse como supervisor incluyen los siguientes.

- Alentar la competencia.
- Monitorear las actividades de los prestadores de servicios.
- Regular la calidad del servicio.

Como resultado, se asegurará un sistema completo para el MRS justo, sostenible y satisfactorio para los beneficiarios.

## **7.4.5 Evaluación Social**

La evaluación social del Plan Maestro se hace basado en los siguientes criterios:

### **a. Mejoramiento de la Salud Pública**

El mejoramiento de la salud de la población del DF es objetivo principal del P/M. Los beneficios para la salud se persiguen a través de las siguientes propuestas del Plan:

- Programa de educación pública dirigida a impulsar en la población del DF el correcto manejo de los residuos sólidos evitando el impacto negativo en la salud que podría ocasionar su manejo inapropiado.
- Mejoramiento de los servicios de recolección para resolver carencias de algunos grupos poblacionales marginales en asentamientos irregulares.
- Establecimiento, operación y mantenimiento de las Etapas IV y V del relleno de Bordo Poniente, cuya ejecución impide la proliferación de vectores transmisores de enfermedades, así como también de posible exposición de la población a sustancias tóxicas contenidas en la basura.
- Establecimiento de un proceso de recirculación del lixiviado en el relleno sanitario de Bordo Poniente, que impida la contaminación futura del acuífero inferior que se encuentra bajo el relleno.
- Introducción por fases de la separación de los residuos en la fuente de generación, que educará progresivamente a la población en el manejo sanitario intra-domiciliario de los desechos sólidos.

### **b. Bienestar de la Población**

Las proposiciones del P/M para la descarga y almacenaje, recolección, estaciones de transferencia y transporte, plantas de recuperación de materiales, nuevo tratamiento intermedio, y para la disposición final de los residuos sólidos, redundarán en los siguientes beneficios para la población:

- Con el programa de educación pública se concientiza a la población sobre aspectos ambientales urbanos, creando una cultura ambiental, dirigida a asumir la responsabilidad que le corresponde como generadora de residuos sólidos.
- Vías y áreas públicas más limpias.
- Protección del paisaje y de los sitios naturales.

- Introducción de la recolección separada que permitirá un manejo más limpio, ordenado y estético, y que no moleste a los peatones y vecinos.
- Regulación del ruido y polvo en las ET, P/Ss, NTI y relleno sanitario de Bordo Poniente, que no afecte a las poblaciones vecinas.
- Impulso al actual programa escolar de educación ambiental que persigue generar hábitos desde la infancia sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos.

#### **c. Empleo y Condiciones de Trabajo**

Cabe destacar lo siguiente:

- La ampliación y mejoramiento del relleno sanitario de Bordo Poniente, el establecimiento de una Nueva Instalación de Tratamiento, y la recolección del subsistema, constituirán nuevas fuentes de empleo.
- La propuesta de capacitación y de re-entrenamiento del personal beneficiará la capacidad de los trabajadores y aumentará la eficiencia del servicio.
- La formalización progresiva de los trabajadores será una meta que beneficiará a un sector informal numeroso.
- La supervisión propuesta para el cumplimiento de las regulaciones laborales, de salud ocupacional y de seguridad industrial por las empresas contratistas privadas vinculadas al MRS significará un beneficio para los trabajadores del sector privado, así como para prevenir conflictos laborales que afectarían la marcha del servicio.
- Durante la instrumentación del P/M, la separación del material reciclable y su mayor recuperación podría incidir en la reducción del precio unitario de los elementos reciclables (con excepción del cartón, papel y aluminio), lo que a su vez tendría un impacto social negativo para los segregadores.

#### **d. Participación y Sustentabilidad**

- El programa de educación pública conjuntamente con el programa de separación progresiva de residuos sólidos en el origen, iniciarán una beneficiosa participación ciudadana en el MRS del DF, permitiendo un relacionamiento cercano de la población con el GDF.
- Otro beneficio será la participación ciudadana en los propósitos de Reducción, Reuso y Reciclaje de los residuos sólidos que redundarán significativamente en un medio ambiente sustentable.
- Finalmente la estricta y transparente supervisión y control para el cumplimiento de disposiciones legales y contractuales protegerán los intereses de la población, del GDF y de los trabajadores.

En el Cuadro 7-41 se muestran los beneficios sociales posibles que se obtendrán en los diferentes componentes del MRS con la aplicación de las proposiciones del Plan Maestro.

Cuadro 7-41: Evaluación Social del P/M Propuesto

Componentes	Salud Pública	Bienestar de la Población	Empleo y condiciones de Trabajo	Participación Ciudadana y Sustentabilidad
Almacenaje & Entrega a la Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo sanitario intradomiciliario</li> <li>Evita la proliferación fauna nociva en el origen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora el ordenamiento y estética en la entrega</li> <li>Evita malos olores</li> <li>Reduce molestias a peatones y al tráfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No afecta al empleo por ser actividad intradomiciliaria de la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación directa de la comunidad</li> <li>Sustentable por estar basada en educación pública</li> </ul>
Separación en la Fuente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo sanitario de 2 ó 3 componentes de la basura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eleva la educación ambiental de la población</li> <li>Reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No afecta al empleo por ser actividad intradomiciliaria</li> <li>Con mayor recuperación hay mayor posibilidad de empleo en la industria recicladora (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación directa de la comunidad</li> <li>Actividad sustentable</li> <li>Beneficio para el medio ambiente y los recursos naturales</li> </ul>
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de riesgo de accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso mas ordenado, limpio y estético</li> <li>Recolección más eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formalización progresiva del personal informal</li> <li>Incremento de empleo por recolección separada del subsistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la relación de la ciudadanía con el GDF</li> </ul>
ET & T	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la salud ocupacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso mas ordenado, limpio y estético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible incremento del empleo</li> <li>Mejora en las condiciones laborales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor participación del sector privado</li> </ul>
P/S	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de los residuos con reducción de ruido, polvo y otras molestias</li> <li>Disminución de riesgo de accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso mas ordenado, limpio, estético y eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible mayor empleo en la industria recicladora</li> <li>Mejora en condiciones laborales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor participación del sector privado</li> </ul>
NTI (Planta de Compostaje)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo controlado y sanitario de desperdicios orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación de recursos naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible mayor empleo</li> <li>Mejora en condiciones laborales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor participación del sector privado</li> </ul>
Disposición Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición Final sanitaria evita proliferación de vectores</li> <li>Evita quema de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evita contaminación del acuífero por lixiviado</li> <li>Protección del paisaje y de los sitios naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible mayor empleo</li> <li>Mejora en condiciones laborales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor participación del sector privado</li> </ul>

(\*) Sin embargo, debe advertirse que la mayor recuperación de material reciclable puede conducir a que baje el precio unitario de estos elementos, lo que a su vez tendría un impacto social negativo en el grupo de segregadores.



#### 7.4.6 Evaluación Ambiental

Los siguientes puntos destacan en el P/M desde una perspectiva ambiental.

- Se mantiene un servicio satisfactorio para el MRS.
- Se eligió el lugar óptimo para el sitio de disposición final
- Se llevó a cabo la conservación de recursos.
- Se debe inculcar la conciencia ambiental en la gente.
- Los residuos orgánicos separados deben tratarse por medio de compostaje.

Estos puntos se tratan a continuación.

##### a. Debe Mantenerse el Servicio Satisfactorio del MRS

El MRS se ha llevado a cabo de manera satisfactoria en el DF. La mayor parte de los residuos descargados por los hogares son recolectados por las delegaciones. Aún cuando los residuos no son recolectados por la operación normal y son depositados en espacios abiertos, al final son recolectados por el GDF. Por lo tanto, se debe considerar que los efectos negativos que pudieran ser ocasionados por los residuos no recogidos, tales como los riesgos para la salud, el olor, el bloqueo de alcantarillas, la basura en los ríos y una estética negativa para el medio ambiente ciudadano son menores. En consecuencia, el P/M puede ayudar a continuar proporcionando un servicio satisfactorio de MRS al público.

Algo que debe recordarse es que el servicio de MRS nunca puede detenerse. Éste debe ser confiable y sostenible de manera indefinida. En este sentido, el P/M lleva implícito que la continuidad en el servicio de MRS está asegurada.

##### b. Localización del Sitio de Disposición Final

El P/M propone la expansión vertical de Bordo Poniente Etapa IV y la construcción de la Etapa V.

El desarrollo de un sitio de disposición final es una manera de modificación del terreno. Constituye una manipulación geológica intensa que requiere una investigación prudente por adelantado acerca de los posibles impactos ambientales, porque de lo contrario se puede dañar al medio ambiente de manera irreversible. La consideración más común y realista para evitar daños innecesarios es seleccionar un sitio cuyo ambiente sea menos valioso y más resistente.

Tomando esto en consideración, ambos lugares parecen ser los más idóneos para desarrollar el sitio de disposición final. Estos lugares se encuentran dentro del área del ex Lago de Texcoco, en donde el suelo y el acuífero superficial son tan salinos que su uso está restringido de manera considerable. Reutilizar la Etapa IV por medio de la expansión vertical significaría reducir de manera considerable el efecto ambiental que pudiera ser ocasionado por el desarrollo de otro sitio nuevo de disposición final con la misma capacidad de relleno.

Es cierto que el impacto ambiental no se puede eliminar completamente, pero la propuesta para el sitio del P/M puede reducir el mismo.

##### c. Conservación de los Recursos

La recuperación de materiales la han llevado a cabo en el DF principalmente el personal de recolección de residuos y en las P/S. Empero, estas actividades han sido

motivadas en su mayor parte por el interés individual y la falta de organización o una visión del sistema de MRS como un todo.

El P/M está enfocado a transformar la deficiente recuperación de materiales en un alcance sistemático dirigido a la conservación de los recursos, promoviendo la separación de residuos en la fuente, mejorando las P/S e introduciendo una planta de compostaje. Los residuos seguirán rutas respectivas a partir de puntos de generación a sus destinos finales de acuerdo con la categoría de cada uno de ellos. En consecuencia, se mejoraría de manera significativa la eficiencia en la recuperación y el desempeño de los costos.

#### **d. Conciencia Ambiental Pública**

La separación de residuos en la fuente es posible únicamente si se alienta a los generadores de residuos - el público en general - a efectuarlo. Esto puede implicar un gran esfuerzo por parte del GDF, pero una vez que la gente perciba la importancia del esquema, se espera que aumente su interés en temas ambientales, no necesariamente en los problemas de los residuos únicamente. Por ejemplo, la gente puede ser motivada a utilizar productos reciclables, a ahorrar energía o a poner más atención a la sociedad enfocada al consumo.

Hasta el momento, únicamente se le ha pedido a fuentes muy específicas como las fábricas y centrales de energía para que hagan una concientización ambiental. Por otro lado, la conciencia ambiental del público en general está desarrollada suficientemente, está dispersa de manera espaciada y puede utilizarse como un motor para lograr un buen medio ambiente en el DF.

#### **e. Introducción del Compostaje**

Se introducirá una planta de compostaje como un tratamiento intermedio de residuos sólidos. Esto acarreará los siguientes beneficios ambientales.

- i. Los residuos orgánicos, que son el componente más reactivo en los residuos no peligrosos, son estabilizados a través de la descomposición aeróbica de manera más rápida que cuando se le dispone en el sitio de disposición final que es anaerobio.
- ii. La descomposición aeróbica genera menos gas metano, el cual el mayor contribuyente para el calentamiento global, en comparación con el relleno anaerobio. Debe observarse que la capa freática superior del acuífero superficial hace al ambiente del relleno del sitio de disposición final de Bordo Poniente particularmente anaerobio.
- iii. El producto resultante debe utilizarse como un acondicionador del suelo que no dañe al ambiente, para promover la vegetación. Esta situación incrementará el valor ambiental y estético del área, creando una zona de amortiguación alrededor del sitio de disposición final o evitando el efecto del polvo en el área del ex Lago de Texcoco, dependiendo de su aplicación.

### **7.4.7 Evaluación Global General**

En esta sección se ha analizado la validez del P/M para el MRS en el DF desde puntos de vista técnicos, institucionales, sociales, ambientales y económicos.

