

Capítulo 4

Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos

4 Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos

4.1 Población Proyectada para el Servicio

Respecto a la población actual del Área de Estudio, no existen datos apropiados. Un estimado de población de la Dirección de Estadística y Censo del Ministerio de Economía ("Proyección de la Población de El Salvador") proporciona datos confiables, así como de la población calculada para el país.

"Proyección de la Población de El Salvador" y otros materiales como la "Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 1998"¹ no contemplan áreas rurales en el AMSS, excepto en Tonacatepeque. Sin embargo, en virtud del servicio de recolección de desechos, el Equipo de Estudio toma en cuenta áreas rurales en algunos municipios. Por ello, se define como "Población Proyectada para el Servicio" a la población de las columnas "urbana" del cuadro anterior para el estudio.

Cuadro 4-1: Población Calculada en el Área de Estudio en 1998 y 1999

No.	Municipio	1998			1999		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
1	San Salvador	467,006	0	467,006	473,374	0	473,374
2	Mejicanos	180,775	0	180,775	185,204	0	185,204
3	Ciudad Delgado	145,189	0	145,189	149,394	0	149,394
4	Cuscatancingo	85,825	0	85,825	90,079	0	90,079
5	Ayutuxtepeque	26,216	10,028	36,244	28,000	10,158	38,158
6	San Marcos	68,685	0	68,685	69,660	0	69,660
7	Nueva San Salvador	133,461	13,820	147,281	138,723	14,000	152,723
8	Antiguo Cuscatlán	40,515	0	40,515	42,773	0	42,773
9	Soyapango	282,066	0	282,066	283,598	0	283,598
10	Ilopango	122,309	0	122,309	127,434	0	127,434
11	San Martín	66,861	27,726	94,587	73,000	28,086	101,086
12	Apopa	155,588	0	155,588	163,974	0	163,974
13	Nejapa	14,464	16,255	30,719	15,000	16,466	31,466
14	Tonacatepeque	27,640	10,731	38,371	29,000	10,871	39,871
	Población total	1,816,600	78,560	1,895,160	1,869,213	79,581	1,948,794

Fuente: Realizada por el Equipo de Estudio con base en la información de los municipios y de la Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 1995, "Proyección de la Población de El Salvador," El Salvador

4.2 Historia de la Gestión de Desechos Sólidos

El Área Metropolitana de San Salvador, ha tenido mucha actividad en el sector de desechos sólidos a través de los años y como ciudades descendientes de los españoles conservaban sus costumbres, por lo que se afirma que la responsabilidad del aseo ha sido desde la época colonial de las municipalidades. Y en los años más recientes el servicio ha sido operado privada y municipalmente, con muy buenas experiencias que lamentablemente no han sido capitalizadas.

¹ Ministerio de Economía Dirección General de Estadística y Censos DIGESTYC, 1999, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 1998, El Salvador

a. Período 1955-1967

Se brinda el servicio por el sector privado, a través de una licitación pública gana el Sr. Francisco Sabater Araza, e inició operaciones el 1 de octubre de 1955, empleando para ello 11 camiones compactadores, entregando la basura a una planta procesadora de abono orgánico (operó los primeros años de este período), posteriormente tiraban la basura directamente al río Acelhuate.

b. Período 1967-1979

Se administra municipalmente, y se desarrolla una labor altamente técnica, aparecen los rellenos operados sanitariamente, en los que se usan tractores, entre ellos podemos mencionar el ubicado en la colonia escalón, Avenida José Matías Delgado, donde actualmente están las canchas de fútbol de la federación Salvadoreña de fútbol (1968-1971), el identificado como las Margaritas en el Boulevard del Ejército y que actualmente se conoce como colonia 22 de abril (1969-1977), y se inicia el uso del terreno ubicado en Soyapango identificado como relleno de la Oliva. Es en este período que aparece la colaboración intermunicipal, municipios como Mejicanos, Delgado, Soyapango, Ilopango y San Marcos, usaban estos sitios de disposición.

c. Período 1978-1989

Inició con muchos problemas sociales, a tal grado que ser funcionario público le costó a muchos la muerte, y por supuesto los problemas repercutieron en el servicio, por lo que este período marcó un gran retroceso en la prestación del servicio.

En 1989 el Gobierno del Japón donó 56 camiones recolectores compactadores de 16 yd³ y ocho camiones porta contenedores, 94 contenedores de 7 yd³, y 6 tractores Carterpillar D6H con hojas especiales para rellenos sanitarios, los cuales se repartieron proporcionalmente a doce municipios del área Metropolitana.

Este período fue muy positivo en el apoyo técnico y conocimientos. Se desarrollaron varios estudios incluyendo un Plan Maestro para el AMSS, capacitación a funcionarios y empleados del sistema, así como la propuesta para convertir el servicio de aseo en sistema metropolitano para ser operado a través de una empresa descentralizada². Estos no son asumidos por las autoridades quedando como un documento más debido a la situación de guerra.

d. Período 1990-1999

Inicia con la recepción de la donación del gobierno de Japón, a través de la Alcaldía de San Salvador. Los cambios constantes de personal en las jefaturas de operación, hacen que el recurso humano tecnificado y la experiencia y conocimientos acumulados se pierda. Finalmente para el año 1992 se abre el sitio conocido como botadero de Nejapa, Relleno de Mariona, y/o botadero de Apopa. Afortunadamente ese año se firma la paz entre la guerrilla y el gobierno. No obstante todos los conocimientos adquiridos, el sitio no es preparado adecuadamente, no contó con sistema para evacuar los lixiviados.

Para el año 1992 como se observa en el siguiente cuadro, el servicio de recolección brindado por los municipios que actualmente conforman el AMSS tenían un nivel de cobertura promedio de 57.14% en sus áreas urbanas.

² Cesar Tapia Gamarra, Propuesta de Organización para la Empresa Metropolitana de Aseo (EMA)1989

Cuadro 4-2: Cobertura de Recolección en el Área Urbana para el Año de
1992 y 1996

Municipio	Servicio Municipal 1992 ¹ %	Servicio Particular 1992 ¹ %	Total 1992 %	Servicio Municipal 1996 ² %	Servicio Municipal 1998 ³ %	Servicio Particular 1998 ³ %	Total 1998 %
San Salvador	78.07	4.04	82.11	75.60	80.57	0.57	81.14
Mejicanos	55.99	16.97	72.96	41.06	65.63	19.27	84.90
Delgado	33.59	1.80	35.39	13.60	71.00	4.00	75.00
Cuscatancingo	39.48	3.26	42.74	25.99	70.97	0.54	71.51
Ayutuxtepeque	53.60	2.41	56.01	54.19	66.67	0.00	66.67
San Marcos	53.76	2.44	56.20	53.20	63.69	1.12	64.81
Nueva San Salvador	61.72	22.10	83.82	56.07	67.06	26.47	93.53
Antiguo Cuscatlán	88.80	2.86	91.66	56.54	92.11	0.00	92.11
Soyapango	48.85	36.90	85.75	28.50	82.11	12.63	94.74
Ilopango	52.05	9.54	61.59	41.03	40.12	9.88	50.00
San Martín	15.18	14.81	29.99	9.40	52.63	12.72	65.35
Apopa	59.39	2.00	61.39	29.20	72.73	0.00	72.73
Nejapa	10.92	0.28	11.2	22.24	52.66	0.00	52.66
Tonacatepeque	14.40	0.28	14.68	ND	ND	ND	ND
Total	57.14	12.43	69.57	51.18	67.09	6.75	73.84

Fuentes: ¹ Elaborado con la información del IV Censo de Vivienda, 1992.
² Gerencia de Saneamiento ambiental, Alcaldía de San Salvador.
³ DIGESTYC, Encuesta de hogares de propósitos Múltiples 1998.
ND. No disponible

En 1993 se envía a través de la Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente (que en 1998 se convierte en el MARN), con colaboración de la Alcaldía de San Salvador y el Ministerio de Salud, una solicitud al gobierno de Japón para la donación de equipos recolectores, la cual es aceptada por el gobierno de Japón, de manera que para septiembre de 1994, arriba una misión de estudio y se firma la minuta de entendimiento, siendo contraparte la COAMSS.

En 1995 San Salvador adquiere dos barredoras mecánicas para las arterias principales. En esta época se vislumbraba la necesidad de la adquisición de un nuevo terreno para relleno, ya que el conocido como Mariona, tenía capacidad para unos dos años más.

Los catorce municipios que pertenecen al COAMSS inician un proceso de búsquedas de alternativas de disposición final ya que Mariona está en proceso de cierre, recibiendo diferentes alternativas y seleccionando finalmente dos, y decidiéndose por la propuesta que consideraron más amigable al ambiente y que se acerca a un manejo integral³. A partir de ese momento, por razones políticas y económicas, cuatro municipios no continúan en ese proyecto por lo que solo diez alcaldes del COAMSS firman en noviembre de ese mismo año el convenio de concesión del transporte y disposición final de los desechos con la empresa de origen Canadiense CINTEC INC, quien ofreció obtener financiamiento, para lo cual las diez municipalidades y la

³ Entendiéndose como Manejo Integral aquel que considere todas las etapas de la gestión y la parte económica financiera.

empresa forman una empresa de capital mixto denominada, Sociedad de Economía Mixta, y llamada MIDES SEM de CV, en la cual el 10% de acciones corresponde a las municipalidades y el resto a CINTEC INC. Dentro de lo convenido estaba la construcción de un moderno relleno sanitario, que cumpliera las más altas especificaciones técnicas, incluyendo geomembranas, tratamiento de lixiviados, y la no recepción de residuos hospitalarios e industriales, así como la construcción de una estación de transferencia con o sin separación, desarrollado todo esto en un plazo no mayor de cinco años.

El 3 de Mayo de 1999, se abre el relleno sanitario, ubicado al norte del municipio de Nejapa. El costo por tonelada recibida es de US\$18.00 + 13% de IVA. La empresa ha adquirido un terreno ubicado en el municipio de Apopa, 5 km al sur del antiguo botadero de Mariona, para la construcción de la estación de transferencia.

La cantidad de desechos que espera recibir este relleno es de 360,000 ton, al año, y de éstas San Salvador aportará 168,000 ton, que significa un 46.67%, del total.

4.3 Flujo de Residuos

Se formuló el flujo de residuos con base en los RS municipales y los residuos hospitalarios.

4.3.1 Residuos Sólidos Municipales

4.3.1.1 Concepto del Flujo de Residuos

Se formuló el presente flujo de residuos en el Área de Estudio con base en las siguientes investigaciones y análisis:

- Análisis sobre la Cantidad y Composición de Residuos (ACCR)
- Sondeos y Entrevistas en las fuentes de generación
- Análisis de la información existente sobre cantidad de disposición (datos de pesaje en el sitio de disposición final)

El concepto sobre el flujo presente de residuos se muestra en la Figura 4-1.

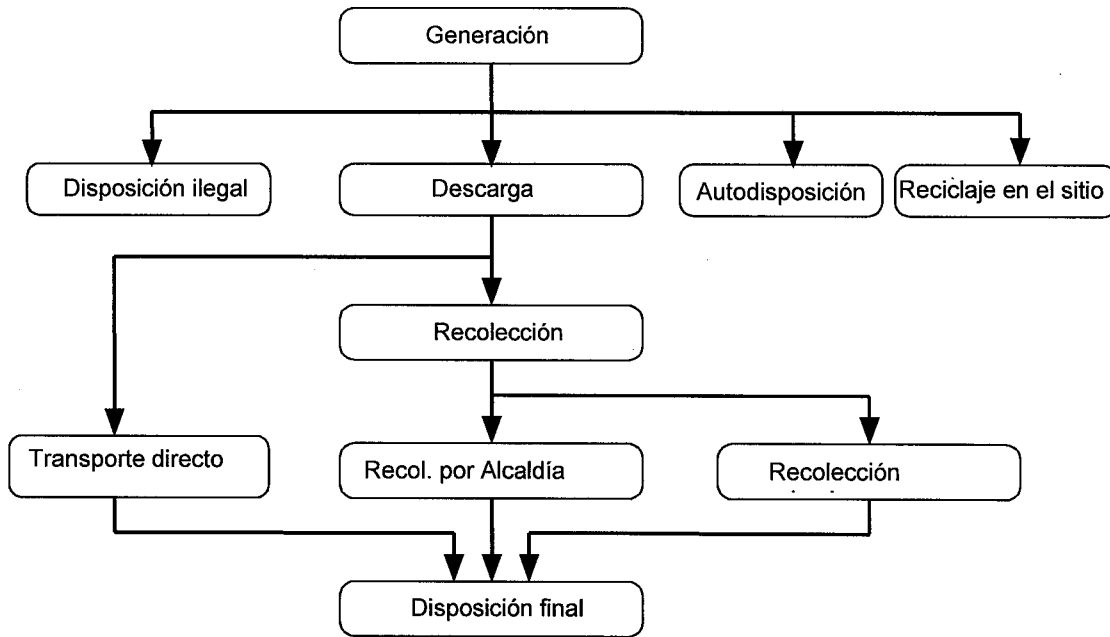


Figura 4-1: Concepto del Flujo Actual de Residuos

De acuerdo con el concepto anterior, el Equipo de Estudio cuantificó la cantidad de residuos en cada componente del flujo de residuos.

4.3.1.2 Proporción de Generación de Residuos y Cantidad Generada

a. Proporción de Generación de Residuos

El estudio conformó la proporción de generación de residuos de acuerdo con los resultados del ACCR y con referencia a datos similares en países de América Latina (que se muestran en el Cuadro 4-3 y Cuadro 4-4).

Cuadro 4-3: Comparación entre la Proporción de generación de Residuos en Países Latinoamericanos

Fuentes de generación		Unidades	AMSS		México ² D.F./1998	Ciudades principales de Nicaragua ³ /1996	Honduras Tegucigalpa ⁴ /1997	Paraguay Asunción ⁵ / 1994
			ACCR en este Estudio	OPS ¹				
Hogares	Ingreso alto	g/persona/día	600 (500 a 700)	750	616	675	566	682
	Ingreso medio	g/persona/día	540 (420 a 670)					
	Ingreso bajo	g/persona/día	420 (320 a 520)					
Comercial	Restaurantes	g/asiento/día	466	ND	ND	ND	ND	ND
	Otros	g/empleador/día	482	ND	ND	1,676	ND	ND
Institucional		g/empleador/día	196	ND	413	98	ND	ND
Mercados		g/puesto/día	1,674	ND	1,025	2,827	ND	ND
Barrido de calles		g/m/día	198	ND	ND	ND	ND	ND

Fuentes: *1: ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SALVADOR, Julio de 1998 OPS
*2: Estudio de JICA 1999, *3: Estudio de JICA 1997 *4: Estudio de JICA 1998
*5: Estudio de JICA 1996

Cuadro 4-4: Proporción de Generación de Residuos

Fuentes		Unidades	Proporción de Generación
Residuos domésticos	Ingreso alto	g/persona/día	600
	Ingreso medio		540
	Ingreso bajo		420
Residuos comerciales	Restaurantes	g/asiento/día	466
	Otros	g/empleado/día	482
Residuos institucionales		g/empleado/día	196
Residuos de mercado		g/puesto/día	1,674
Residuos del barrido de calles		g/m/día	198

b. Cantidad de Generación de Residuos

La cantidad de generación de residuos se calcula con base en los datos del análisis de la cantidad y composición de residuos (ACCR), los sondeos de opinión pública (SOP) y los datos de pesaje en el sitio de disposición final. Los datos de pesaje de abril a noviembre de 1999 no parecen fidedignos y no abarcan la cantidad real de residuos de disposición; por ello se utilizaron los datos de pesaje de 1998 para el cálculo de la cantidad de generación de residuos.

b.1 Cantidad Total de la Generación de Residuos

El Cuadro 4-5 resume la cantidad generada de residuos por fuente de generación respectiva.

Cuadro 4-5: Cantidad Generada de Residuos

	Hogares	Restaurantes	Otros	Institucionales	Mercados	Barrido de calles	Total
Cantidad generada (ton/día)							
San Salvador	234.6	8.6	22.5	16.7	35.7	64.4	382.5
Mejicanos	84.1	4.0	9.1	7.1	2.4	5.8	112.5
Delgado	64.0	3.4	8.5	3.7	0.7	3.0	83.3
Cuscatancingo	37.3	2.8	4.1	2.0	0.0	1.8	48.0
Ayutuxtepeque	13.0	0.4	1.1	1.3	0.3	0.5	16.6
San Marcos	31.1	1.6	2.4	1.2	0.8	1.4	38.5
Nueva San Salvador	72.1	2.2	5.5	5.4	3.7	8.5	97.4
Antiguo Cuscatlán	22.8	0.6	2.0	2.5	0.7	10.2	38.8
Soyapango	124.1	10.2	12.2	8.1	5.6	2.5	162.7
Ilopango	54.7	2.8	4.2	2.4	0.7	0.3	65.1
San Martín	29.7	3.1	3.5	1.5	4.0	0.3	42.1
Apopa	66.2	6.1	5.9	2.1	7.5	1.1	88.9
Nejapa	6.9	0.6	1.0	0.3	0.1	0.1	9.0
Tonacatepeque	13.3	0.6	1.9	2.4	0.2	0.6	19.0
Total	853.9	47.0	83.9	56.7	62.4	100.5	1,204.4

	Hogares	Restaurantes	Otros	Institucionales	Mercados	Barrido de calles	Total
Cantidad generada (ton/año)							
San Salvador	85,629	3,139	8,213	6,096	13,031	23,506	139,614
Mejicanos	30,697	1,460	3,322	2,592	876	2,117	41,064
Delgado	23,360	1,241	3,103	1,351	256	1,095	30,406
Cuscatancingo	13,615	1,022	1,497	730	0	657	17,521
Ayutuxtepeque	4,745	146	402	475	110	183	6,061
San Marcos	11,352	584	876	438	292	511	14,053
Nueva San Salvador	26,317	803	2,008	1,971	1,351	3,103	35,553
Antiguo Cuscatlán	8,322	219	730	913	256	3,723	14,163
Soyapango	45,297	3,723	4,453	2,957	2,044	913	59,387
Ilopango	19,966	1,022	1,533	876	256	110	23,763
San Martín	10,841	1,132	1,278	548	1,460	110	15,369
Apopa	24,163	2,227	2,154	767	2,738	402	32,451
Nejapa	2,519	219	365	110	37	37	3,287
Tonacatepeque	4,855	219	694	876	73	219	6,936
Total	311,678	17,156	30,628	20,700	22,780	36,686	439,628

La cantidad total generada de residuos en el AMSS de acuerdo con las categorías respectivas (como domésticos, restaurantes, otros comercios, institucionales, de mercados) podrían considerarse razonablemente como cifras correctas, ya que la población en el AMSS que se utilizó para el cálculo proviene de los datos del censo del DIGESTYC. Sin embargo, si se examinan individualmente las cifras para cada municipio en particular, pudiera pensarse que algunas de estas cifras no reflejan la situación real de la generación de residuos para cada alcaldía en particular.

c. Cantidad Generada de Residuos en cada Alcaldía

Dentro de este contexto, la cantidad generada de residuos en cada municipio se ajustó con respecto a los datos de la cantidad de disposición final de 1998, desglosada en tres rutas de recolección y tres categorías de clasificación de los residuos.

El ajuste se hizo de la siguiente manera.

- La cantidad de disposición de cada alcaldía en particular en 1998 se registra con el desglose de sus tres rutas de recolección (en recolección municipal, transporte directo y recolección privada) y de tres clasificaciones de los residuos (de mercados, hogares y comerciales), como lo muestra el Cuadro 4-6.
- Se da de manera automática la proporción de cada elemento (desglose en 14 municipalidades, 3 rutas de recolección y 3 categorías de residuos) a la cantidad de disposición final total en 1998 que se registró en el sitio de Mariona.
- Estas proporciones se multiplican por la cantidad de generación en bruto de 439,628 ton (como se muestra en el Cuadro 4-5) provenientes del ACCR de este estudio, para calcular la cantidad de recolección de residuos municipales, el transporte directo y la recolección privada en cada una de las 14 municipalidades.

El Cuadro 4-7 resume la cantidad generada de residuos ajustada en cada alcaldía en particular, desglosando las rutas de recolección respectivas.

Cuadro 4-6: Datos de Pesaje en el Sitio de Disposición de Mariona (1998)

Unidad: ton/año

Recolector	Ciudad	Mercados	Doméstica	Comercial
Recolección municipal	01SS	18,014.2	139,399.3	5,493.8
	02MJ	227.4	23,988.8	0.0
	03CD	15.0	10,560.8	0.0
	04CT	0.0	8,995.9	0.0
	05AY	0.0	3,531.6	0.0
	06SM	5.8	10,807.6	0.0
	07ST	197.6	26,469.6	3.1
	08AC	0.0	14,471.3	0.0
	09SY	0.0	43,231.1	2.4
	10IL	0.0	14,852.8	0.0
	11SMT	0.0	8,395.0*	0.0
	12AP	15.8	15,814.9	0.0
	13NJ	0.0	1,648.2	4.7
	14TN	0.0	7,300.0*	0.0
total	18,475.8	329,466.9	5,504.0	
Transporte directo	01SS	16.4	1,011.5	798.0
	02MJ	24.5	179.7	42.3
	03CD	0.0	0.0	0.0
	06SM	0.0	3.6	0.0
	07ST	0.0	24.4	7.2
	08AC	13.6	321.2	362.8
	09SY	20.7	1,935.1	1,450.0
	10IL	2.2	283.9	12.4
	11SMT	0.0	0.0	0.0
	12AP	0.0	25.8	0.5
	13NJ	0.0	0.0	0.0
	14TN	0.0	0.0	0.0
total	77.40	3,785.20	2,673.20	
Contratista privado	01SS	0.0	37.9	0.0
	07ST	0.0	2,986.7	0.0
	09SY	0.0	1,299.0	0.0
	total	0.00	4,323.60	0.00
Total (ton/año)		18,553.20	337,575.70	8,177.20

Nota: * Datos de análisis, fuentes: Alcaldía de San Salvador

El siguiente cuadro muestra el flujo de residuos con el desglose de las tres rutas de recolección para cada municipalidad.

Cuadro 4-7: Flujo de Residuos con Desglose de las Rutas de Recolección
(Posterior al Ajuste) en 1998

Unidad: ton/año

Recolector	Ciudad	Mercado	Doméstico	Comercial	Total
Municipalidad	01SS	22,118	159,486	20,577	202,181
	02MJ	279	27,445	0	27,724
	03CD	18	12,082	0	12,100
	04CT	0	10,292	0	10,292
	05AY	0	4,040	0	4,040
	06SM	7	12,365	0	12,372
	07ST	243	30,283	12	30,538
	08AC	0	16,557	0	16,557
	09SY	0	49,460	9	49,469
	10IL	0	16,993	0	16,993
	11SMT	0	9,605	0	9,605
	12AP	19	18,094	0	18,113
	13NJ	0	1,886	17	1,903
	14TN	0	8,352	0	8,352
	Total		22,684	376,940	20,615
Transporte directo	01SS	20	1,157	2,989	4,166
	02MJ	30	206	158	394
	03CD	0	0	0	0
	04CT	0	0	0	0
	05AY	0	0	0	0
	06SM	0	4	0	4
	07ST	0	28	27	55
	08AC	17	367	1,359	1,743
	09SY	26	2,214	5,431	7,671
	10IL	3	325	47	375
	11SMT	0	0	0	0
	12AP	0	30	2	32
	13NJ	0	0	0	0
	14TN	0	0	0	0
	Total		96	4,331	10,013
Contratista privado	01SS	0	43	0	43
	02MJ	0	0	0	0
	03CD	0	0	0	0
	04CT	0	0	0	0
	05AY	0	0	0	0
	06SM	0	0	0	0
	07ST	0	3,417	0	3,417
	08AC	0	0	0	0
	09SY	0	1,486	0	1,486
	10IL	0	0	0	0
	11SMT	0	0	0	0
	12AP	0	0	0	0
	13NJ	0	0	0	0
	14TN	0	0	0	0
	Total		0	4,946	0
Total		22,780	386,220	30,628	439,628

4.3.1.3 Cantidad de Autodisposición

Al conformar el flujo de residuos, es necesario desglosar la cantidad de autodisposición (es decir, la cantidad de botaderos ilegales, autoeliminación de los residuos y reciclaje en el sitio de generación). Estas cifras se calcularon a partir de los datos del censo de DIGESTYC en 1998.

Cuadro 4-8: Datos del Censo de DIGESTYC

Método de autodisposición Ciudad	Unidad	Los entierra	Quema	Disposición en cualquier parte	Otros	N/D	Total
San Salvador	No.	10	-	8	2	-	20
Mejicanos	No.	3	5	16	-	-	24
Delgado	No.	1	7	22	5	1	36
Cuscatancingo	No.	2	3	12	2	-	19
Ayutuxtepeque	No.	1	16	25	5	-	47
San Marcos	No.	3	10	23	3	-	39
Nueva San Salvador	No.	-	4	3	-	-	7
Antiguo Cuscatlán	No.	-	2	7	-	1	10
Soyapango	No.	-	3	2	-	-	5
Ilopango	No.	2	2	34	15	-	53
San Martín	No.	2	24	37	3	1	67
Apopa	No.	4	14	20	3	-	41
Nejapa	No.	16	31	36	4	1	88
Total (No. de hogares)	No.	44	121	245	42	4	456
Proporción	%	10%	27%	54%	8%	1%	100%

El Cuadro 4-9 muestra la proporciones de botaderos ilegales, autodisposición y reciclaje en el sitio de generación.

Cuadro 4-9: Proporción del Método de Disposición en el Sitio de Generación

Aspecto	Proporción (%)
Botaderos ilegales	54
Autodisposición	37
Reciclaje en el sitio de generación	9

4.3.1.4 Flujo de Residuos para los Municipios Respectivos

El Cuadro 4-10 resume el flujo de residuos de cada municipalidad con base en los datos mencionados anteriormente, y la Figura 4-2 la ilustra.

Cuadro 4-10: Flujo de Residuos en 1998

	Generación	Recolección			Transporte directo	Disposición final	Tasa de disposición (%)	Sin recolección				
		Alcaldía	Privada	Total				Total	Botadero ilegal	Auto disposición	Reciclaje en sitio de generación	
Unidad: ton/año												
San Salvador	206,391	162,907	38	162,945	1,826	164,771	79.8	41,619	22,474	15,399	3,746	
Mejicanos	28,119	24,216		24,216	247	24,463	87.0	3,656	1,974	1,353	329	
Delgado	12,101	10,576		10,576	0	10,576	87.4	1,525	824	564	137	
Cuscatancingo	10,292	8,996		8,996	0	8,996	87.4	1,296	700	480	116	
Ayutuxtepeque	4,040	3,532		3,532	0	3,532	87.4	508	275	188	45	
San Marcos	12,376	10,813		10,813	4	10,817	87.4	1,559	842	577	140	
Nueva San Salvador	34,011	26,670	2,987	29,657	32	29,689	87.3	4,322	2,334	1,599	389	
Antiguo Cuscatlan	18,300	14,471		14,471	698	15,169	82.9	3,131	1,691	1,159	281	
Soyapango	58,627	43,234	1,299	44,533	3,406	47,938	81.8	10,689	5,772	3,955	962	
Ilopango	17,368	14,853		14,853	299	15,151	87.2	2,217	1,197	820	200	
San Martín	9,605	8,395		8,395	0	8,395	87.4	1,210	653	448	109	
Apopa	18,145	15,831		15,831	26	15,857	87.4	2,288	1,236	847	205	
Nejapa	1,903	1,653		1,653	0	1,653	86.9	250	135	93	22	
Tonacatepeque	8,352	7,300		7,300	0	7,300	87.4	1,052	568	389	95	
Total	439,630	353,447	4,324	357,771	6,536	364,306	82.9	75,325	40,675	27,871	6,777	
Unidad: ton/día												
San Salvador	565.5	446.3	0.1	446.4	5.0	451.4	79.8	114.1	61.6	42.2	10.3	
Mejicanos	77.0	66.3	0.0	66.3	0.7	67.0	87.0	10.0	5.4	3.7	0.9	
Delgado	33.2	29.0	0.0	29.0	0.0	29.0	87.4	4.2	2.3	1.6	0.3	
Cuscatancingo	28.2	24.6	0.0	24.6	0.0	24.6	87.4	3.6	1.9	1.3	0.4	
Ayutuxtepeque	11.1	9.7	0.0	9.7	0.0	9.7	87.4	1.4	0.8	0.5	0.1	
San Marcos	33.9	29.6	0.0	29.6	0.0	29.6	87.4	4.3	2.3	1.6	0.4	
Nueva San Salvador	93.2	73.1	8.2	81.3	0.0	81.3	87.3	11.9	6.4	4.4	1.1	
Antiguo Cuscatlan	50.1	39.6	0.0	39.6	2.0	41.6	82.9	8.5	4.6	3.1	0.8	
Soyapango	160.6	118.4	3.6	122.0	9.3	131.3	81.8	29.3	15.8	10.8	2.7	
Ilopango	47.6	40.7	0.0	40.7	0.8	41.5	87.2	6.1	3.3	2.3	0.5	
San Martín	26.3	23.0	0.0	23.0	0.0	23.0	87.4	3.3	1.8	1.2	0.3	
Apopa	49.7	43.4	0.0	43.4	0.1	43.5	87.4	6.2	3.4	2.2	0.6	
Nejapa	5.2	4.5	0.0	4.5	0.0	4.5	86.9	0.7	0.4	0.3	0.0	
Tonacatepeque	22.9	20.0	0.0	20.0	0.0	20.0	87.4	2.9	1.6	1.1	0.2	
Total	1,204.5	968.2	11.9	980.1	17.9	998.0	82.9	206.5	111.6	76.3	18.6	

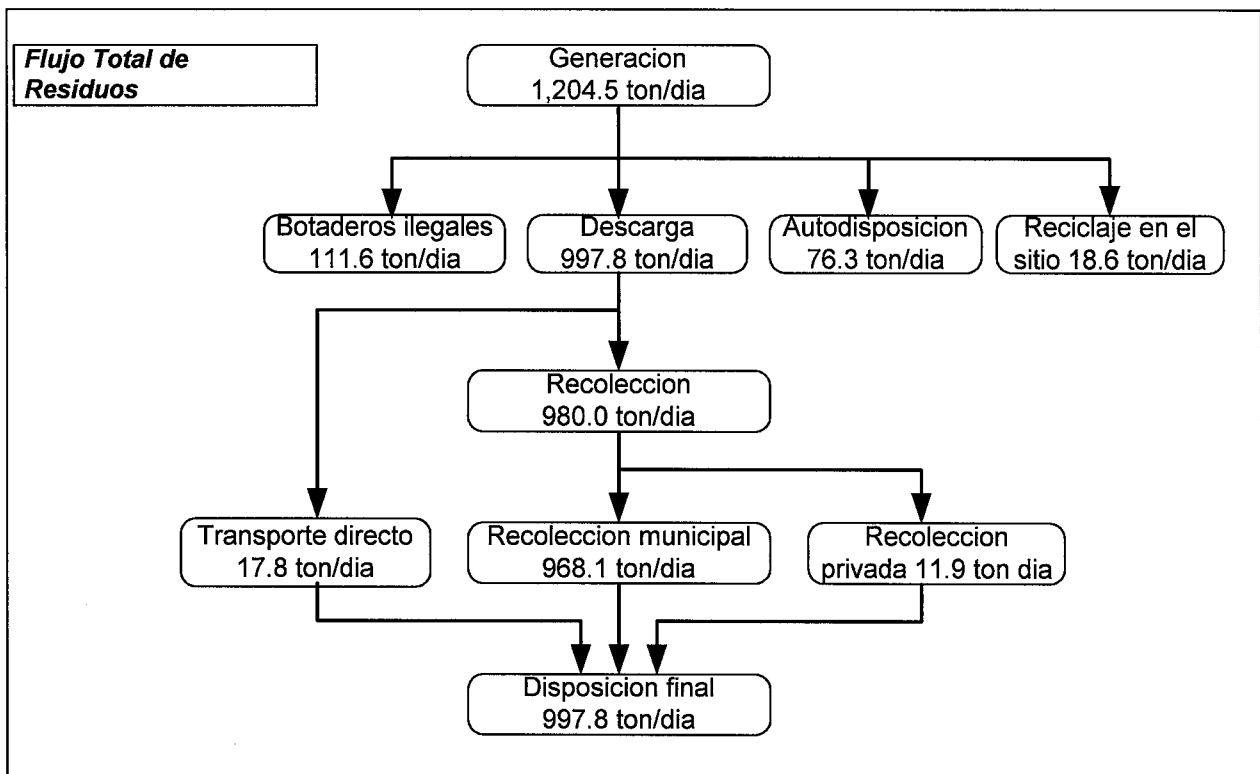


Figura 4-2: Flujo General de Residuos en 1998

4.3.2 Residuos Hospitalarios

4.3.2.1 Concepto del Flujo de Residuos

Se formuló el presente flujo de residuos en el área de estudio con base en los siguientes estudios y análisis:

- Estudio sobre residuos hospitalarios
- Análisis de los datos existentes sobre cantidad de disposición (datos de pesaje en el sitio de disposición final)

La Figura 4-3 muestra el concepto del flujo actual de residuos.

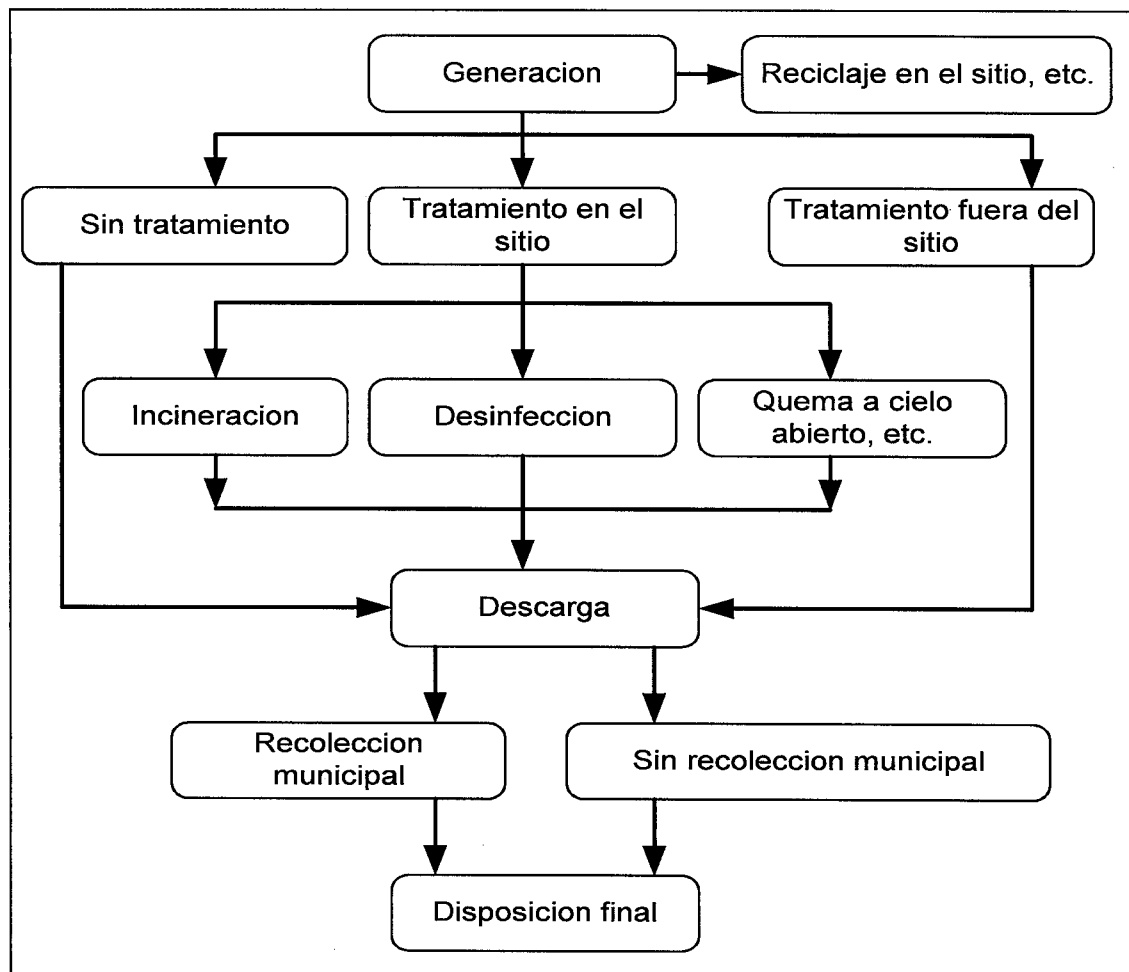


Figura 4-3: Concepto del Flujo Actual de Residuos Hospitalarios

De acuerdo con el concepto anterior, el Equipo de Estudio cuantificó la cantidad de residuos en cada componente del flujo de residuos.

4.3.2.2 Proporción de Generación de Residuos y Cantidad de Generación

a. Proporción de Generación de Residuos

En el estudio se calculó la proporción de generación de residuos con base en los resultados del Estudio de Residuos Hospitalarios (ERH) y hace referencia a los datos existentes en el AMSS⁴.

Cuadro 4-11: Proporción de Generación de Residuos

Categoría	Aspecto	MSPAS 1999	Estudio JICA (ERH)
I (más de 200 camas)	Proporción de generación de residuos (kg/cama/día)	0.652	0.553
II (50-200 camas)	Proporción de generación de residuos (kg/cama/día)	0.699	0.675
III (menos de 50 camas)	Proporción de generación de residuos (kg/cama/día)	0.465	0.329

⁴ Datos del MSPAS-Transporte Guadalupe 1999

b. Cantidad Generada de Residuos

La cantidad generada de desechos hospitalarios se calculó al multiplicar las proporciones de generación mencionadas anteriormente (Cuadro 4-11) por el número de camas (Cuadro 4-12) en instituciones médicas del Área de Estudio. En el Cuadro 4-13 se muestra la estimación de la generación total de residuos hospitalarios.

Cuadro 4-12: Número de Camas

Categoría	Privada	Pública	Total
I	–	3,690	3,690
II	485	538	1,023
III	277	465	742
Total	762	4,693	5,455

Cuadro 4-13: Cantidad Generada de Residuos

	Categoría	Proporción de generación (kg/cama/día)	Cantidad generada (ton/día)
Estudio de JICA	I	0.553	2.0
	II	0.676	0.7
	III	0.327	0.2
	Total	0.513	2.9
MSPAS 1999	I	0.652	2.4
	II	0.699	0.7
	III	0.465	0.3
	Total	0.636	3.4

Como resultado, se estima que la cantidad generada de residuos hospitalarios en el AMSS está en un rango de 2.9 a 3.4 ton/día. Este estudio emplea el valor medio de 3.2 ton/día para calcular el flujo de residuos hospitalarios en el AMSS.

4.3.2.3 Flujo de Residuos

a. Cantidad de Disposición de Residuos

La cantidad de disposición de residuos hospitalarios en el relleno de MIDES en Nejapa de diciembre de 1999 a enero del 2000 da un promedio de 3.3 ton/día de disposición final de residuos hospitalarios.

b. Flujo de Residuos

Con base en el concepto mostrado en el Cuadro 4-14 y los resultados del ERH, se muestran los porcentajes para los componentes respectivos en el Cuadro 4-14 para el cálculo del flujo de residuos hospitalarios.

Cuadro 4-14: Porcentaje de Distribución

Aspecto	Porcentaje (%)	Notas
Reciclaje en el sitio, etc.	4.9	para la "cantidad generada"
Sin tratamiento	23.8	para la "cantidad generada" – "cantidad reciclada en el sitio"
Tratamiento en el sitio	41.8	
Tratamiento fuera del sitio	34.4	para "tratamiento en el sitio"
Incineración	1.6	
Desinfección	87.0	
Quema a cielo abierto, etc.	11.4	para "cantidad de descarga"
Recolección municipal	22.0	
Sin recolección municipal	88.0	

Ya que el tratamiento de desinfección se realiza mediante químicos o autoclave, se asume que los desechos hospitalarios tratados incrementarán su volumen en cerca de 30%.

En consecuencia, la Figura 4-4 muestra el flujo actual de desechos hospitalarios en el AMSS.

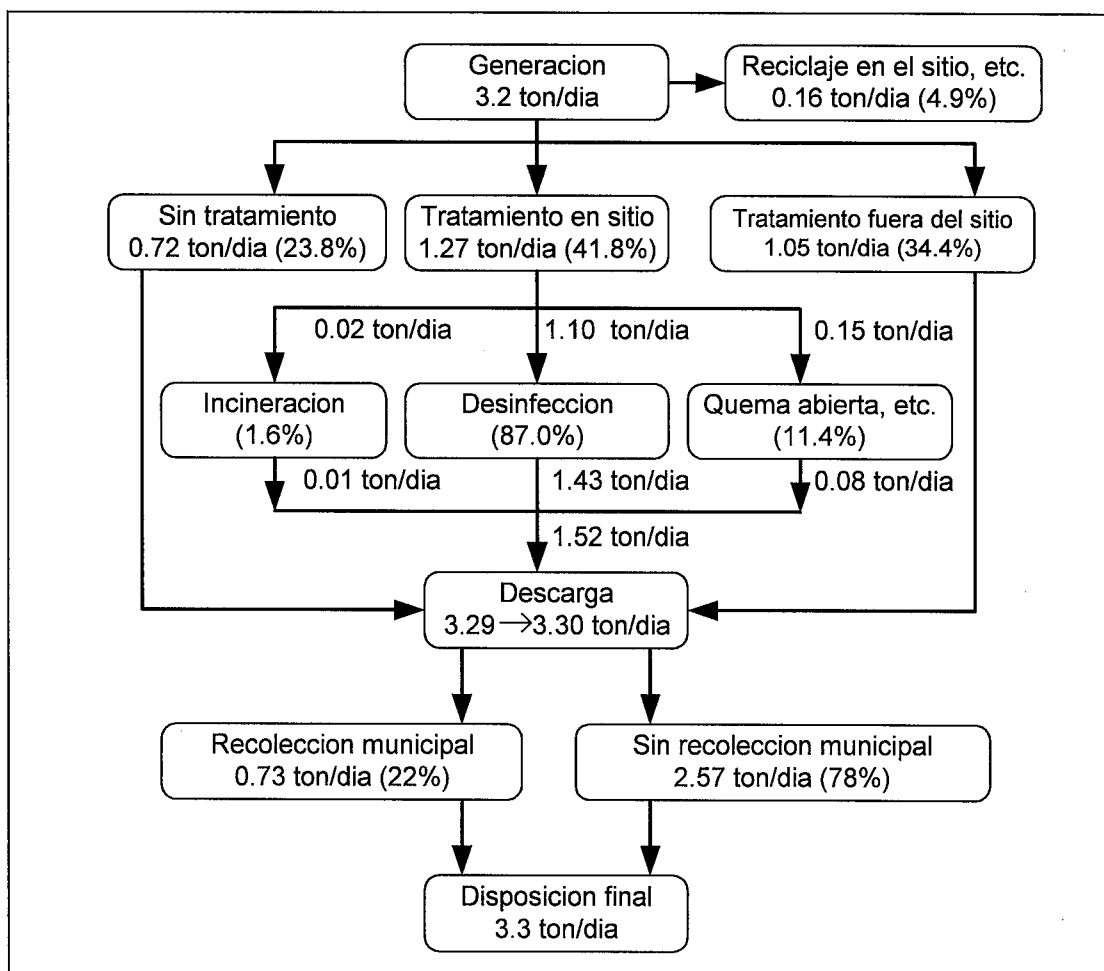


Figura 4-4: Flujo Actual de Residuos Hospitalarios

4.4 Sistema Técnico

4.4.1 Sistema de Almacenaje y Descarga

a. Hogares

De acuerdo con los resultados del SOP, 89.0% de un total de 420 casas utilizan bolsas de plástico como recipiente para residuos, el 20.7% usa contenedores de metal/plástico/madera, una proporción pequeña usa bolsas de papel (1.0%) y cajas de cartón (1.4%), y 3.1% respondió que utilizan otros contenedores.

b. Instituciones (entidades comerciales e instituciones)

De acuerdo con los resultados del SOP (un total de 52 instituciones entrevistadas), la mayor parte de éstas, 28, usa bolsas de plástico como recipiente para los desechos, 19 utiliza contenedores de metal y 11 cajas de cartón. La mayor parte de las instituciones, 42, almacenan los desechos dentro de sus instalaciones.

c. Mercados

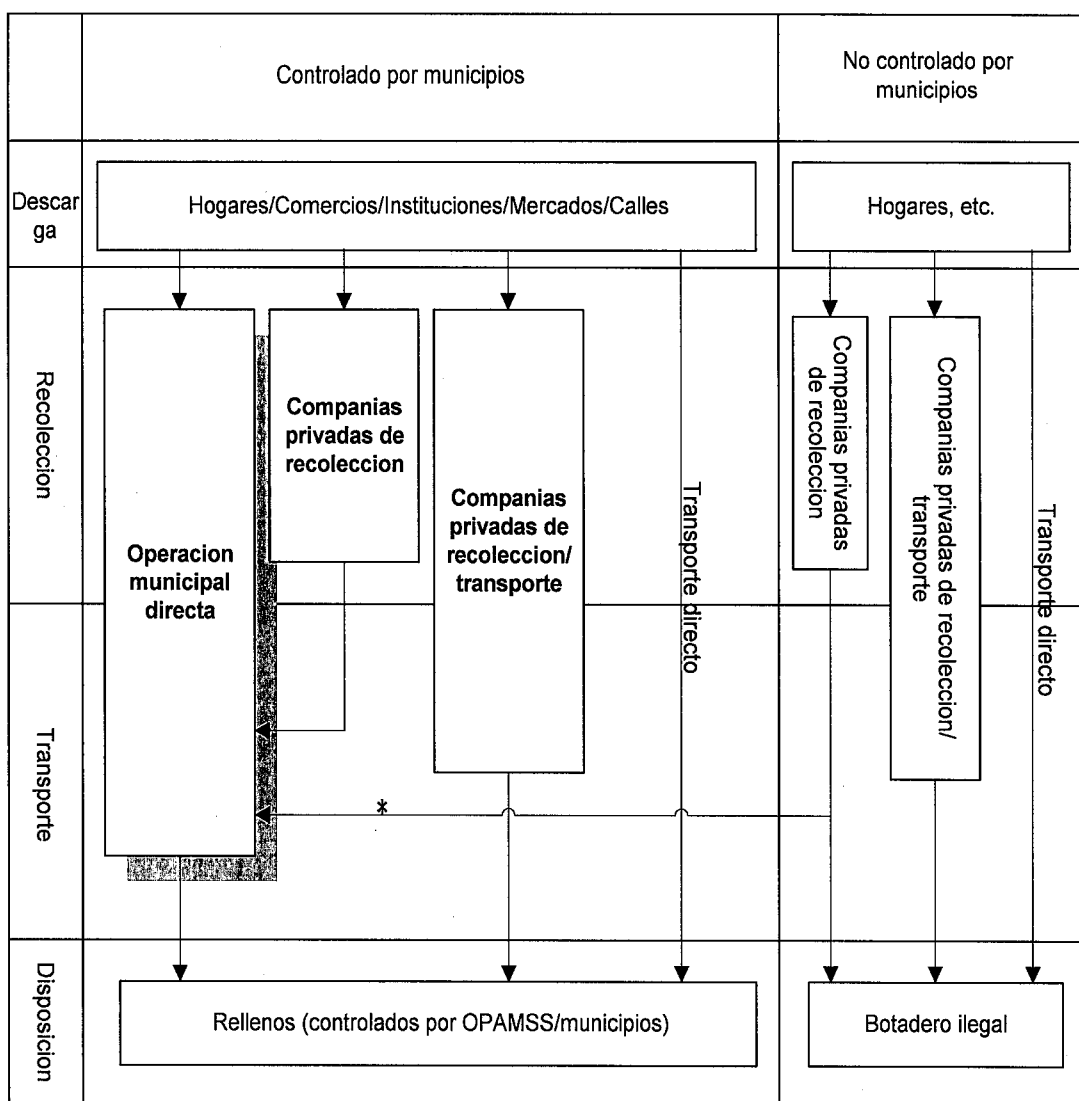
La mayor parte de los contenedores encontrados en mercados son de concreto, de metal (2m³) y barriles. Casi todos estos contenedores se colocan en ciertos lugares bajo el control del personal de los mercados, para evitar actividades de pepenadores y que los animales hurguen en los desechos.

Cuadro 4-15: Sistema de Almacenaje y Descarga en el AMSS

Categoría	Almacenaje	Descarga
Hogares	<ul style="list-style-type: none"> no unificado pero se prefiere el uso de bolsa de plástico. 	<ul style="list-style-type: none"> prevalece descarga mixta. cerca de 2/3 de hogares dejan los residuos sobre la acera o los sacan cuando pasa un vehículo de recolección, el otro 1/3 los lleva a contenedores ubicados en el camino.
Instituciones (restaurantes, otras instituciones comerciales, públicas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> uso de bolsa de plástico es mayor, pero también se usa contenedor de metal y caja de cartón. 	<ul style="list-style-type: none"> la mayor parte de instituciones dejan los desechos al lado de la acera, así como los hogares. en algunas instituciones, los trabajadores de recolección entran a sus instalaciones a recoger los residuos.
Mercados	<ul style="list-style-type: none"> los desechos generalmente se almacenan en cierto(s) lugar(es) para evitar actividades de pepenado y husmeo de animales. 	<ul style="list-style-type: none"> generalmente el vehículo de recolección entra a las instalaciones a recolectar los residuos.

4.4.2 Sistema de Recolección y Transporte

La Figura 4-5 muestra el esquema del sistema de recolección y transporte en el AMSS, que se puede dividir en dos áreas: con el control de la alcaldía (operación directa municipal y operación por parte de compañías privadas contratadas o autorizadas por el municipio) y sin control (operación sin contrato o autorización por parte de las municipalidades).



* Los desechos son puestos en contenedores de los municipios pero no controlados por ellos.

Figura 4-5: Sistema de Recolección y Transporte en el AMSS

a. Operación Municipal Directa

En esta sección se presenta el sistema actual de recolección y transporte de la operación municipal directa.

a.1 Recolección

a.1.1 Método de Recolección

La recolección en la acera y mediante campana es un **método de recolección** popular en el área de estudio. Los residuos se dejan en la acera frente a la casa y el vehículo de recolección los recoge. El vehículo de recolección también informa de su llegada al área de recolección haciendo sonar una campana. El uso de contenedores es igualmente un método muy difundido. Un número importante de contenedores utilizados en el Área de Estudio son contenedores de metal de 2m³ compatibles con

camiones compactadores con capacidad de 18yd³ y 25yd³, los cuales tienen montacargas para levantar el contenedor. Empero, algunas alcaldías usan contenedores de concreto. Igualmente, algunos “botaderos,” que es un lugar en el que se acumulan los desechos, son considerados puntos de recolección y contenedores en algunos municipios.

Cuadro 4-16: Método de Recolección

Municipio	Método de recolección	Contenedores	Frecuencia de recolección (veces/semana)	Turno (veces/día)
SS	• Acera y campana • contenedor	92 metal, 31 concreto	3 En centro 6 veces y lugares especiales 7	3 ¹
MJ	• Acera y campana • contenedor	8	2 y 3 Ciertas áreas 3; otras 2	2
CD	• Acera y campana • contenedor	7	3 y 6 En general 6	1
CT	• Acera y campana • contenedor	6	3 y 6 En general 3; en centro 6	1
AY	• Acera y campana • contenedor	8	3 y 6	1
SM	• Acera y campana • contenedor	6 metal, 9 concreto	3	1
ST	• Acera y campana • contenedor	28	3 y 7 En general 3; en centro 7.	3 ²
AC	• Acera y campana • contenedor	2	6 7 días/semana para mercado	1
SY	• Acera y campana • contenedor	29	3	1
IL	• Acera y campana • contenedor	6 metal, 5 concreto	2, 3 y 7	2 ³
SMT	• Acera	0	6	1 ⁴
AP	• Acera y campana • contenedor	19	2	1
NJ	• Acera	0	3 y 6	1
TN	• Acera y campana • contenedor	concreto	6	1 ⁴

Notas:

¹ 1. 6:30-13:00; 2. 12:00-19:30; 3. 18:00-0:30.

² 1. 7:30-13:00; 2. 13:00-18:00; 3. 18:00-24:00.

³ 1. 6:00-13:00, 2. 13:00-19:00, 3. 19:00-24:00, 1 y 2 son operación básica, 3 es operación especial cuando se requiere.

⁴ 6:00-14:00

a.1.2 Área y Ruta de Recolección

La mayor parte de los municipios delimitan de manera empírica las áreas y rutas de recolección; sin embargo, la alcaldía de San Salvador ha fijado sus áreas de recolección con base a criterios; la cantidad de recolección en un área debe ser menor de 15,000 libras (6,800 kg) y los trabajos de recolección deben completarse en 6 horas.

El Equipo de Estudio elaboró mapas que muestran el área de recolección actual y las rutas de cada municipio, de acuerdo con la información de la contraparte. Con base en los mapas, se midió el área y longitud de las áreas de recolección y de las rutas de recolección (ver Cuadro 4-17).

Cuadro 4-17: Áreas y Rutas de Recolección Actuales

Municipio	No. área de recolección	Área de recolección (km ²)		Ruta de recolección (km)	
		Total	Promedio	Total	Promedio
SS	*50	40.37	0.81	644.12	12.88
MJ	25	8.72	0.35	111.82	4.47
CD	5	6.35	1.27	54.91	10.98
CT	9	4.18	0.46	43.15	4.79
AY	2	1.07	0.54	17.26	8.63
SM	7	3.59	0.51	50.44	7.21
ST	13	6.12	0.47	112.67	8.67
AC	10	6.48	0.65	90.46	9.05
SY	17	10.83	0.64	118.02	6.94
IL	10	3.91	0.39	38.72	3.87
SMT	5	1.26	0.25	38.41	7.68
AP	7	4.87	0.70	55.39	7.91
NJ	2	1.28	0.64	25.38	12.69
TN	2	1.75	0.88	34.53	17.27
Total/promedio	164	100.78	0.61	1435.28	8.79

Nota: * San Salvador tiene otras 20 rutas para contenedores además de las 50 rutas.

a.1.3 Vehículos de Recolección

Inventario

Actualmente trabajan 155 vehículos de recolección en el Área de Estudio (ver Cuadro 4-18). 134 camiones compactadores ocupan el mayor porcentaje (86.5%) y se utilizan en 13 municipios. También se utilizan camiones de volteo en 6 alcaldías (19 camiones, 12.2%). Sólo dos camiones sin volteo trabajan en dos municipios (1.3%).

De 134 camiones compactadores (ver Cuadro 4-19), 76 son camiones de 18yd³ (56.7%), 34 son de 16yd³ (25.4%) y 20 son de 11yd³ (14.9%). Estos tres tipos de vehículos son comunes en el Área de Estudio.

Cuadro 4-18: Vehículos de Recolección que Poseen Actualmente los Municipios

Municipio	Compactador	Camión de volteo	Cama fija	Total
San Salvador	49	5	-	54
Mejicanos	9	-	1	10
Ciudad Delgado	7	-	-	7
Cuscatancingo	6	1	-	7
Ayutuxtepeque	2	-	-	2
San Marcos	7	1	-	8
Nueva San Salvador	11	4	-	15
Antiguo Cuscatlán	5	6	-	11
Soyapango	16	-	-	16
Ilopango	9	-	-	9
San Martín	4	-	1	5
Apopa	7	-	-	7
Nejapa	2	-	-	2
Tonacatepeque	-	2	-	2
Total	134	19	2	155

Cuadro 4-19: Tipos de Camiones Compactadores Utilizados en el Área de Estudio

Municipio	8m ³ (11yd ³)	12m ³ (16yd ³)	14m ³ (18yd ³)	15m ³ (20yd ³)	19m ³ (25yd ³)	Total
San Salvador	5	8	34	-	2	49
Mejicanos	2	2	5	-	-	9
Ciudad Delgado	2	-	5	-	-	7
Cuscatancingo	1	2	3	-	-	6
Ayutuxtepeque	-	1	1	-	-	2
San Marcos	1	4	2	-	-	7
Nueva San Salvador	1	5	4	1	-	11
Antiguo Cuscatlán	1	3	1	-	-	5
Soyapango	3	3	9	-	1	16
Ilopango	1	4	4	-	-	9
San Martín	1	-	3	-	-	4
Apopa	1	2	4	-	-	7
Nejapa	1	-	1	-	-	2
Tonacatepeque	-	-	-	-	-	-
Total	20	34	76	1	3	134

Condiciones

Una tercera parte de los vehículos (48; 31.0%) han sido utilizados durante más de 10 años. El resto de los vehículos (107; 69.0%) han operado menos de 5 años. El tiempo de operación refleja claramente las condiciones de los vehículos.

Cuadro 4-20: Condiciones de los Vehículos de Recolección
Unidad: número de vehículos

Año	Malas condiciones	Regulares condiciones	Buenas condiciones	Total
1975-1989	6	34	8	48
1995-1999	2	17	88	107
Total	8	51	96	155

Disponibilidad de Camiones

Se analizó la disponibilidad de los vehículos para realizar el trabajo con base en los datos de la báscula de Mariona en 1998. El Cuadro 4-21 muestra claramente que entre más antiguo es el camión, menor será su disponibilidad y viceversa. El Cuadro 4-22 presenta la disponibilidad de camiones en cada municipio.

Cuadro 4-21: Disponibilidad de Camiones de Acuerdo con el Año de Fabricación

Aspecto	1975-1989	1995-1996	Total/promedio
Días hábiles del camión ^{a)}	8,515	20,884	29,399
No. de vehículos ^{b)}	46	89	135
Posibles días hábiles del vehículo ^{c)}	14,391	27,844	42,235
Disponibilidad ^{d)}	59.2%	75.0%	69.6%

Notas:

- Número de días en que los camiones trabajaron en 1998.
- Número de vehículos en 1998
- b) x 365 días x 6/7 (incluyendo domingo)
- a)/c) en porcentaje

Cuadro 4-22: Disponibilidad de Vehículos de Acuerdo con el Municipio

Municipio	Días trabajados del vehículo	No. de vehículos	Posibles días trabajados del vehículo	Disponibilidad
SS	8,305	43	13,453	61.7%
MJ	2,403	10	3,129	76.8%
CD	1,399	7	2,190	63.9%
CT	1,448	7	2,190	66.1%
AY	449	2	626	71.7%
SM	1,594	8	2,503	63.7%
ST	3,642	15	4,693	77.6%
AC	2,267	11	3,441	65.9%
SY	4,041	16	5,006	80.7%
IL	1,676	7	2,190	76.5%
AP	1,691	7	2,190	77.2%
NJ	484	2	626	77.3%
Total	29,399	135	42,236	69.6%

Productividad

Se analizó la productividad de los camiones que se utilizan principalmente en el Área de Estudio como los de 11yd³ (8m³), 16 yd³ (12m³) y 18yd³ (14m³), con base en los datos de Marioneta en 1998. El Cuadro 4-23 muestra una notable baja en productividad del camión compactador de 16yd³ en comparación con los otros dos compactadores.

Cuadro 4-23: Productividad de los Camiones Compactadores

Tipo de compactador		ton/año	No. de vehículos	ton/año/vehículo	ton/año/m ³
Yd ³	m ³				
11	8	32,521	19	1712	214
16	12	53,477	37	1445	120
18	14	171,273	61	2808	201
Total/promedio		257,271	117	1988	178

Cuadro 4-24: Productividad de los Camiones Compactadores de 11yd³

Municipio	No. de vehículos	ton/año	ton/año/vehículo
SS	5	7,675	1,535
MJ	2	4,465	2,233
CD	2	3,215	1,608
CT	1	1,580	1,580
AY	-	-	-
SM	1	1,199	1,199
ST	1	1,906	1,906
AC	1	1,785	1,785
SY	3	6,194	2,065
IL	1	1,902	1,902
AP	1	1,839	1,839
NJ	1	761	761
Total/promedio	19	32,521	1,712

Cuadro 4-25: Productividad de los Camiones Compactadores de 16yd³

Municipio	No. de vehículos	ton/año	ton/año/vehículo
SS	8	15,013	1,877
MJ	2	2,417	1,209
CD	-	-	-
CT	2	1,410	705
AY	1	1,094	1,094
SM	4	5,662	1,415
ST	9	12,218	1,358
AC	3	5,103	1,701
SY	3	3,293	1,098
IL	3	4,936	1,645
AP	2	2,330	1,165
NJ	-	-	-
Total/promedio	37	53,477	1,445

Cuadro 4-26: Productividad de los Camiones Compactadores de 18yd³

Municipio	No. de vehículos	ton/año	ton/año/vehículo
SS	22	71,838	3,265
MJ	6	16,047	2,675
CD	5	7,280	1,456
CT	3	5,984	1,995
AY	1	2,154	2,154
SM	2	3,919	1,960
ST	4	11,061	2,765
AC	1	3,145	3,145
SY	9	29,844	3,316
IL	3	8,021	2,674
AP	4	11,087	2,772
NJ	1	892	892
Total/promedio	61	171,273	2,808

Condiciones de Carga

En comparación con la carga útil de los camiones, 4,500 kg para el compactador de 11yd³ y 7,500 kg para el compactador de 18yd³, las cargas promedios por viaje de los vehículos son en general apropiadas, aunque existen algunas diferencias entre las municipalidades.

Cuadro 4-27: Condiciones de Carga del Compactador de 11 yd³

Municipio	ton/año	no. de viajes	ton/viaje
SS	7,675	1,740	4.41
MJ	4,465	969	4.61
CD	3,215	681	4.72
CT	1,580	391	4.04
AY	-	-	-
SM	1,199	230	5.21
ST	1,906	385	4.95
AC	1,785	446	4.00
SY	6,194	1,406	4.41
IL	1,902	502	3.79
AP	1,839	360	5.11
NJ	761	319	2.39
Total/promedio	32,521	7,429	4.38

Cuadro 4-28: Condiciones de Carga del Compactador de 16 yd³

Municipio	ton/año	no. de viajes	ton/viaje
SS	15,013	2,413	6.22
MJ	2,417	532	4.54
CD	-	-	-
CT	1,410	355	3.97
AY	1,094	217	5.04
SM	5,662	983	5.76
ST	12,218	2,606	4.69
AC	5,103	860	5.93
SY	3,293	733	4.49
IL	4,936	1,020	4.84
AP	2,330	423	5.51
NJ	-	-	-
Total/promedio	53,477	10,142	5.27

Cuadro 4-29: Condiciones de Carga del Compactador de 18 yd³

Municipio	ton/año	no. de viajes	ton/viaje
SS	71,838	10,809	6.65
MJ	16,047	2,679	5.99
CD	7,280	1,074	6.78
CT	5,984	1,060	5.65
AY	2,154	377	5.71
SM	3,919	574	6.83
ST	11,061	1,670	6.62
AC	3,145	455	6.91
SY	29,844	4,526	6.59
IL	8,021	1,532	5.24
AP	11,087	1,672	6.63
NJ	892	269	3.32
Total/promedio	171,273	26,697	6.42

a.1.4 Cálculo del Tiempo Óptimo de Recolección

Se obtuvieron las siguientes cantidades promedio de recolección a partir de los resultados del Estudio de Tiempos y Movimientos:

- Los compactadores grandes (18yd³) recolectan cerca de 2,500 kg de residuos por hora, y
- Los compactadores pequeños (11yd³) recolectan cerca de 2,000 kg de residuos por hora.

Por otra parte, la carga óptima (carga útil) para el camión compactador grande es de 7,500 kg, y para el camión compactador pequeño la carga es de 4,500 kg. Por tanto, se espera que el compactador grande complete su carga óptima en una recolección de 3 horas, mientras que para el compactador pequeño el tiempo de recolección sea de alrededor de 2.25 horas.

b. Transporte

Los vehículos de recolección realizan las tareas de transporte desde un área de recolección a un relleno y viceversa. Sin embargo, existe una excepción: MIDES transporta los residuos del sitio de transferencia de Mariona al relleno de Nejapa (ver Cuadro 4-30).

Actualmente 10 municipios llevan sus desechos al sitio de transferencia de Mariona o directamente al relleno de Nejapa. Otras alcaldías acarrean sus residuos al sitio de disposición de la Espiga o a sitios de disposición dentro de sus mismos municipios. El Cuadro 4-31 muestra la distancia promedio desde cada municipio a un sitio de disposición.

Cuadro 4-30: Datos de Transporte de MIDES de Mariona a Nejapa

Aspecto	Datos
Tipo de vehículo	Camión de volteo
No. de vehículos	16 unidades
Capacidad de vehículos	12.00-24.80 m ³
No. de viajes por día	5-7 viajes/día
Cantidad promedio transportada	420 ton/día

Cuadro 4-31: Distancia de Transporte

Municipio	Distancia		
	Nejapa	Mariona	Otros sitios
San Salvador	28.9	19.9	
Mejicanos	25.5	16.5	
Ciudad Delgado	22.2	13.2	
Cuscatancingo			35 ¹
Ayutuxtepeque	24.5	15.5	
San Marcos	32.1	23.1	
Nueva San Salvador	37.3	37.3	
Antiguo Cuscatlán			35 ²
Soyapango	29.3	20.3	
Ilopango	33.9	24.9	
San Martín			2 ²
Apopa	14.0	5.0	
Nejapa	9.6	2.6	
Tonacatepeque			3 ³

Notas:

¹ Sitio de disposición la Espiga

² un sitio de disposición en el municipio de San Martín

³ un sitio de disposición en el municipio de Tonacatepeque

c. Mantenimiento de Vehículos

La situación actual del mantenimiento de vehículos también difiere entre los municipios. 5 alcaldías no cuentan con talleres propios para el mantenimiento de los camiones de recolección. Incluso aquellos municipios con talleres enfrentan problemas, por ejemplo la falta de herramientas y de accesorios. En el caso de Mejicanos, la sección de aseo no puede controlar el taller ya que pertenece a otra sección.

San Salvador cuenta con 5 talleres móviles que el gobierno japonés donó en 1996, además de dos talleres con los que el municipio contaba anteriormente. Se utilizan para reparaciones fuera de los talleres.

El contar con un buen taller y usarlo para el mantenimiento de los vehículos de recolección no es costoso para aquellos municipios que tengan un número reducido de unidades.

Cuadro 4-32: Talleres en el AMSS

Municipio	No. de talleres	Observaciones
San Salvador	2	Uno es para trabajos correctivos y el otro es mantenimiento preventivo
Mejicanos	1	-
Ciudad Delgado	1	Para revisiones diarias y pequeñas reparaciones
Cuscatancingo	1	-
Ayutuxtepeque	Ninguno	-
San Marcos	Ninguno	Cuando se requiere una reparación, se lleva el camión a un taller privado
Nueva San Salvador	1	El taller se dedica principalmente a los vehículos de recolección, aunque también a otros vehículos.
Antiguo Cuscatlán	1	Además del taller, existe un garaje donde se pueden realizar pequeños trabajos de mantenimiento.
Soyapango	1	-
Ilopango	1	-
San Martín	Ninguno	Cuando se requiere una reparación, se lleva el camión a un taller privado
Apopa	1	-
Nejapa	Ninguno	-
Tonacatepeque	Ninguno	-

d. Evaluación del Sistema Actual

La recolección y transporte en el AMSS funcionan de manera moderada. Esto se debe a que los municipios tienen suficiente experiencia en la operación de éstos y el personal involucrado ya se han acostumbrado también. Empero, actualmente hay problemas en la recolección y en el transporte. Estos son:

- la disponibilidad y descenso de productividad del compactador de 16yd³,
- el transporte, que ocupa una porción considerable (tiempo y distancia) en un viaje, y
- el mantenimiento deficiente (en la mayor parte de los municipios).

e. Recolección Privada

En 1995, existían en el AMSS 20 microempresas⁵ ubicadas en seis municipios como se muestra el Cuadro 4-33. Estas trabajaban en recolección y transporte, recuperación, separación y compostaje.

Las de recuperación y separación se originaron en la década de los sesenta, las de recolección tuvieron origen en la década de los ochenta, y las de compostaje junto algunas de recolección en la década de los noventa. Todas ellas de acuerdo al investigador, se originaron principalmente por la falta de servicio de recolección por parte de las municipalidades; esto concuerda con los acontecimientos político sociales que ha tenido El Salvador. Sin embargo la más antigua tuvo su origen en los botaderos a cielo abierto, es decir recuperando aquellos desechos que pudieran tener valor comercial, botellas, papeles, etc.

⁵ Meléndez, Microempresas y Cooperativas en Gestión de Residuos Sólidos en EL Salvador, 1996

Cuadro 4-33: Microempresas en el AMSS en 1995

Actividad	Municipio	Numero
Recolección y transporte	Nueva San Salvador	2
Compostaje	Apopa	1
Recolección	San Salvador	1
Transporte	San Salvador	1
Recolección	Mejicanos	4
Recuperación	Apopa (sitio de disposición final Mariona)	10
Recolección y transporte	San Martín	1
Total		20

Fuente: Meléndez, Microempresas y Cooperativas en Gestión de Residuos Sólidos en El Salvador, 1996

Actualmente, existe una cantidad mayor y se han expandido a doce municipios del área metropolitana. De acuerdo a las unidades encargadas de los servicios de aseo actualmente identifican 48 microempresas que se dedican a prestar el servicio de recolección, transporte, recuperación y compostaje. De este total 37 que representan el 77.08% se dedican a la recolección en viviendas, las restantes atienden otros sectores como puede verse en el Cuadro 4-34.

Cuadro 4-34: Distribución de Microempresas Registradas o Identificadas en el AMSS en 1999

Atiende	Hospital	Vivienda	Industrial	Maquila	Mercado	Mercado y viviendas	Restaurantes	Barrido de Calles	total	%
San Salvador	1	7	-	-	2	-	1	1	12	25.00
Mejicanos	-	5	-	-	1	-	-	-	6	12.50
Ciudad Delgado		1							1	2.08
Ayutuxtepeque		2							2	4.17
San Marcos		3		2					5	10.42
Nueva San Salvador		2							2	4.17
Antiguo Cuscatlán			1						1	2.08
Soyapango		5							5	10.42
Ilopango		6				1			7	14.58
San Martín		2							2	4.17
Apopa		1						1	2	4.17
Tonacatepeque		3							3	6.25
Total	1	37	1	2	3	1	1	2	48	
%	2.08	77.08	2.08	4.17	6.25	2.08	2.08	4.17		

Fuente: Elaborada con la información proporcionada por los Municipios del AMSS.

Cuadro 4-35: Tipo de Contrato Actual

Atiende	Concesión (bajo autorización municipal)	Contrato con municipio	Propio riesgo	Permiso y/o coordinación municipal	Total	%
San Salvador		10	1	1	12	25.00
Mejicanos		1		5	6	12.50
Ciudad Delgado		1			1	2.08
Ayutuxtepeque				2	2	4.17
San Marcos	1	3	1		5	10.42
Nueva San Salvador	2					4.17
Antiguo Cuscatlán			1		1	2.08
Soyapango	5				5	10.42
Ilopango	1		6		7	14.58
San Martín			2		2	4.17
Apopa		1		1	2	4.17
Tonacatepeque			3		3	6.25
Total	9	16	14	9	48	
%	18.75	33.33	29.17	18.75		

Fuente: Elaborada con la información proporcionada por los Municipios del AMSS.

4.4.3 Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje

No se ha encontrado aún en el Área de Estudio un sistema de procesamiento, tratamiento y reciclaje a gran escala. En algunas alcaldías, las plantas de compostaje las opera el municipio, las compañías privadas y ONGs. La alcaldía de San Salvador opera una planta de compostaje cerca del sitio de transferencia de Mariona. En Mejicanos, una compañía privada que maneja el aseo en mercados opera una planta de compostaje. En Ilopango, una ONG recolecta los residuos de cada casa y opera una planta de compostaje en un lugar cerca del antiguo sitio de disposición de Ilopango. Los detalles de las plantas de compostaje se describen en el Cuadro 4-36.

En el sitio de transferencia de Mariona existe gran actividad de reciclaje por parte del sector informal. Hay alrededor de 300 pepenadores en el sitio que recogen materiales reciclables como latas de aluminio, papel, hierro y botellas de vidrio. El proyecto MIDES tiene programado construir y operar una planta de separación para reciclaje, y la actual actividad de selección de Mariona se transferirá a dicha planta de separación. Sin embargo, esto no se ha concretado aún.

Cuadro 4-36: Plantas de Compostaje en el AMSS

Municipio / aspecto	Descripción
San Salvador	
Inicio:	Agosto 1997
Nombre y dirección:	Cantón el Angel, colonia Santa Carlota N°2. Municipio de Apopa, sobre calle que conduce de Apopa a Nejapa.
Operado por:	Gerencia de Empresas e inversiones Municipales. Y Gerencia de Saneamiento Ambiental
Materia prima:	Desechos provenientes de mercados, principalmente de mercados al mayoreo, Tiendona.
Ingreso de materia prima y producción:	De febrero a diciembre de 1999, Ingreso: 1,263.86 ton de residuos de mercados 114.9 ton/mes 3.8 ton/mes Producción: 171.9 ton de composta (rendimiento de 13.6%)
Características químicas:	Proporción C/N = 3.78 PH = 8.30 Nitrógeno total = 1.55% Fósforo = 0.90% P ₂ O ₅ = No disponible Potasio = 0.27% Carbono = 5.87%, (Análisis del 28 de octubre de 1999 por el laboratorio de la Universidad de El Salvador, Ciencias Agrónomas. Se encontraron ciertos metales pesados como plomo)
Proceso de operación:	Se deposita la capa con material grueso de pilas anteriores, extracción de materiales no deseados como plástico, cubierta final con una capa del material de pilas anteriores Tiempo de procesamiento: dos meses y medio, En el primer mes se voltean las pilas una vez cada 3 a 4 días; el segundo mes cada 5 a 6 días; y el 3er. mes cada 7 a 8 días Se toma temperatura diariamente, temperatura máxima registrada 75 °C. 15 empleados trabajan
Precio de venta y compradores principales	40.00 colones/ 100 libras. Principales compradores son ambientalistas de ONGs, Gran demanda durante época de lluvias
Mejicanos	
Inicio:	Junio 1998
Nombre y dirección:	Colonia Zacamil, terminal de buses ruta 44
Operado por:	Microempresa (Cooperativa de Recolectores ABAZAC)- fundación ABA
Materia prima:	Desechos provenientes de mercados, estiércol de ganadode rastro mexicano, aserrín de carpinterías, etc.

Municipio / aspecto	Descripción
Ingreso de materia prima y producción:	Ingreso: 10.8 ton de desechos de mercado, 136.1 kg de estiércol, 72.6 kg de aserrín, 152.0 kg de heno, 158.0 kg de composta de pilas, para un total de 11.3 ton. Producción: Producción de 0.50 ton (rendimiento de 4.4%)
Proceso de operación:	Los materiales se colocan por capas, la primer capa es de material grueso de pilas anteriores, se apila sucesivamente materia seca y césped El tiempo de procesamiento es de cuatro a cinco meses, se voltean las pilas cada 8 días, midiendo la temperatura una vez a la semana, temperatura máxima registrada 50°C Trabajan tres empleados
Precio de venta y compradores principales	35.00 y 40.00 colones/45.4 kg Principales compradores son ambientalistas de ONGs, Gran demanda durante la época de lluvia
Ilopango	
Inicio:	Marzo 1999
Nombre y dirección:	Cantón Shangallo, calle a Asino, Antiguo botadero de Ilopango
Operado por:	Fundación ABA
Materia prima:	Rastro de Soyapango: estiércol de ganado, Beneficio de Arroz: salvado de arroz Mercado Municipal Col. Santa Lucia(50 usuarios): principalmente residuo vegetal Viviendas (130 unidades): residuos alimenticios excepto carnes. Entre marzo y diciembre de 1999.
Ingreso de materia prima y producción:	Ingreso: 90.7 ton de residuo doméstico, 21.2 ton de estiércol de ganado, 10.7 ton de salvado de arroz, 2.5 ton de heno seco, 45.4 kg de composta, 0.91 ton de estiércol de pollos, 126.1 ton de materiales en total (12.6 ton/mes, 420 kg/día) Producción: 22.7 ton de composta (rendimiento de 17.99%)
Características químicas:	Proporción de C/N= 7.13 PH en H ₂ O = 7.7 Compuesto volátiles = 30.40% Nitrógeno = 2.37% Fósforo= 0.912% P ₂ O ₅ = 2.090% Potasio = 0.616% Potasio en K ₂ O = 0.742% Análisis; febrero 4 del 2000 por laboratorio del PROCAFE, no se analizaron materiales pesados.
Proceso de operación:	Los materiales se colocan por capas, la primer capa es de material grueso de pilas anteriores, se apila sucesivamente materia seca y césped El tiempo de procesamiento es de tres meses, se voltean las pilas cada 15 o 20 días, midiendo la temperatura una vez a la semana, temperatura máxima registrada 68 °C, Trabajan 2 empleados.
Precio de venta y compradores principales	40.00 colones las 45.4 kg. Principales compradores son ambientalistas de ONGs, Gran demanda durante época de lluvia

4.4.4 Sistema de Barrido de Calles

El método de barrido manual es el que más se practica para el barrido de calles en el AMSS. Sólo San Salvador tiene cinco barredoras mecánicas.

El Cuadro 4-37 muestra que los 453 km de calles son barridos manualmente y que 644 trabajadores se emplean para esta actividad. Cada barredor está a cargo de una cierta longitud de calle con el equipo especializado para el barrido de calles: un barril, escobas y un carrito para transportarlos.

Las barredoras mecánicas de San Salvador se utilizan para el barrido de calles principales en la ciudad.

Cuadro 4-37: Longitud del Barrido Manual de Calles

Municipio	Longitud (m)	No. de barredores	m/barredor/día
SS	269,509	450	599
MJ	29,060	34	855
CD	15,036	9	1,671
CT	8,970	9	997
AY	2,660	2	1,330
SM	7,010	8	876
ST	43,080	66	653
AC	51,630	30	1,721
SY	12,618	12	1,052
IL	1,760	3	587
SMT	1,700	4	425
AP	5,615	10	562
NJ	668	4	167
TN	3,225	3	1,075
Total	452,541	644	703

Cuadro 4-38: Longitud del Barrido de Calles mediante Barredora Mecánica

Longitud (m)	Barredora mecánica	m/unidad/día
55,260	5	11,052

Cuadro 4-39: Barredoras Mecánicas de San Salvador

Capacidad (yd ³)	Capacidad (m ³)	Fabricante	Fecha de fabricación	Estado
3	2	Elgin	1996	Bueno
3	2	Elgin	1996	Bueno
5	4	Jhonston	1998	Regular
5	4	Jhonston	1998	Regular
5	4	Jhonston	1998	Regular

4.4.5 Sistema de Disposición Final

4.4.5.1 Sitios de Disposición Final Usados en el Pasado y en la Actualidad

El siguiente cuadro muestra los sitios de disposición final utilizados en el pasado y en la actualidad por los 14 municipios.

Cuadro 4-40: Sitios de Disposición Final Usados por los 14 Municipios

	1995 ¹	1997 ²	Actual ³ (1999)	Observaciones
San Salvador	Mariona (19.9km)	Mariona (19.9km)	MIDES (28.9km)	
Mejicanos	Mariona (16.5km)	Mariona (16.5km)	MIDES (25.5km)	
Ciudad Delgado	Mariona (13.2km)	Mariona (13.2km)	MIDES (22.2km)	
Cuscatancingo	Mariona (12.2km)	Mariona (12.2km)	ESPIGA (35km)	
Ayutuxtepeque	Mariona (15.5km)	Mariona (15.5km)	MIDES (24.5km)	
San Marcos	Mariona (23.1km)	Mariona (23.1km)	MIDES (32.1km)	
N. San Salvador	Mariona (37.3 km)	Mariona (37.3 km)	MIDES (37.3km)	
Antig. Cuscatlán	Mariona (42.2km)	Mariona (42.2km)	ESPIGA (35km)	
Soyapango	Mariona (20.3km)	Mariona (20.3km)	MIDES (29.3km)	
Ilopango	Botadero de Ilopango (3.0km)	Mariona (24.9km)	MIDES (33.9km)	
San Martín	Botadero de Tonacatepeque (a pocos km)	Botadero de San Martín (a pocos km)	Botadero de San Martín (a pocos km)	
Apopa	Mariona (5.0km)	Mariona (5.0km)	MIDES (14.0km)	
Nejapa	Mariona (2.6km)	Mariona (2.6km)	MIDES (9.6km)	
Tonacatepeque	Botadero de Tonacatepeque (a pocos km)	Botadero de Tonacatepeque (a pocos km)	Botadero de Tonacatepeque (a pocos km)	

Notas: ¹ fuente: Informe Doble-G (Proyecto de Mejoramiento del Manejo de los Desechos Sólidos de la Región Metropolitana Fase1 Diagnóstico Mayo, 1995).
² fuente: Informe de OPS (Análisis Sectorial de Residuos Sólidos El Salvador Agosto, 1998).
³ fuente: investigado por este estudio
Distancia a los sitios de disposición final: Departamento de Informática, OPAMSS

4.4.5.2 Distancia de Transporte al Sitio de Disposición Final

a. San Martín y Tonacatepeque

Las municipalidades de San Martín y Tonacatepeque depositan sus desechos en sus propios botaderos. Al hacer esto, la distancia de transporte se reduce significativamente; sin embargo, se generan problemas de contaminación ambiental por la disposición de estos residuos.

b. Municipios que Actualmente Usan el Relleno MIDES en Nejapa

10 municipios: San Salvador, Mejicanos, Ciudad Delgado, Ayutuxtepeque, San Marcos, Nueva San Salvador, Soyapango, Apopa, Nejapa e Ilopango (que se mencionó anteriormente) utilizan en la actualidad el relleno de MIDES en Nejapa.

c. Cuscatancingo y Antiguo Cuscatlán

Las alcaldías de Cuscatancingo y Antiguo Cuscatlán solían depositar sus desechos en el sitio de Mariona, y las distancias que recorrían eran de 12.2 km y 42.2 km respectivamente.

Actualmente llevan sus desechos al sitio de la ESPIGA. La distancia de transporte al sitio para cada municipio es de cerca de 35 km. La distancia de transporte al sitio de la ESPIGA para la alcaldía de Antiguo Cuscatlán **disminuye en cerca de 7 km** con respecto al antiguo sitio de Mariona. Por otro lado, para el municipio de Cuscatancingo, la distancia es **23 km mayor**.

Anteriormente los dos municipios no cargaban con el costo de disposición en el sitio de Mariona, pero en la actualidad pagan la tarifa de disposición al dueño del sitio de la ESPIGA.

4.4.5.3 Ubicación de los Sitios de Disposición Final Existentes

La siguiente figura muestra la ubicación de los sitios de disposición final que actualmente utilizan los 14 municipios del AMSS.

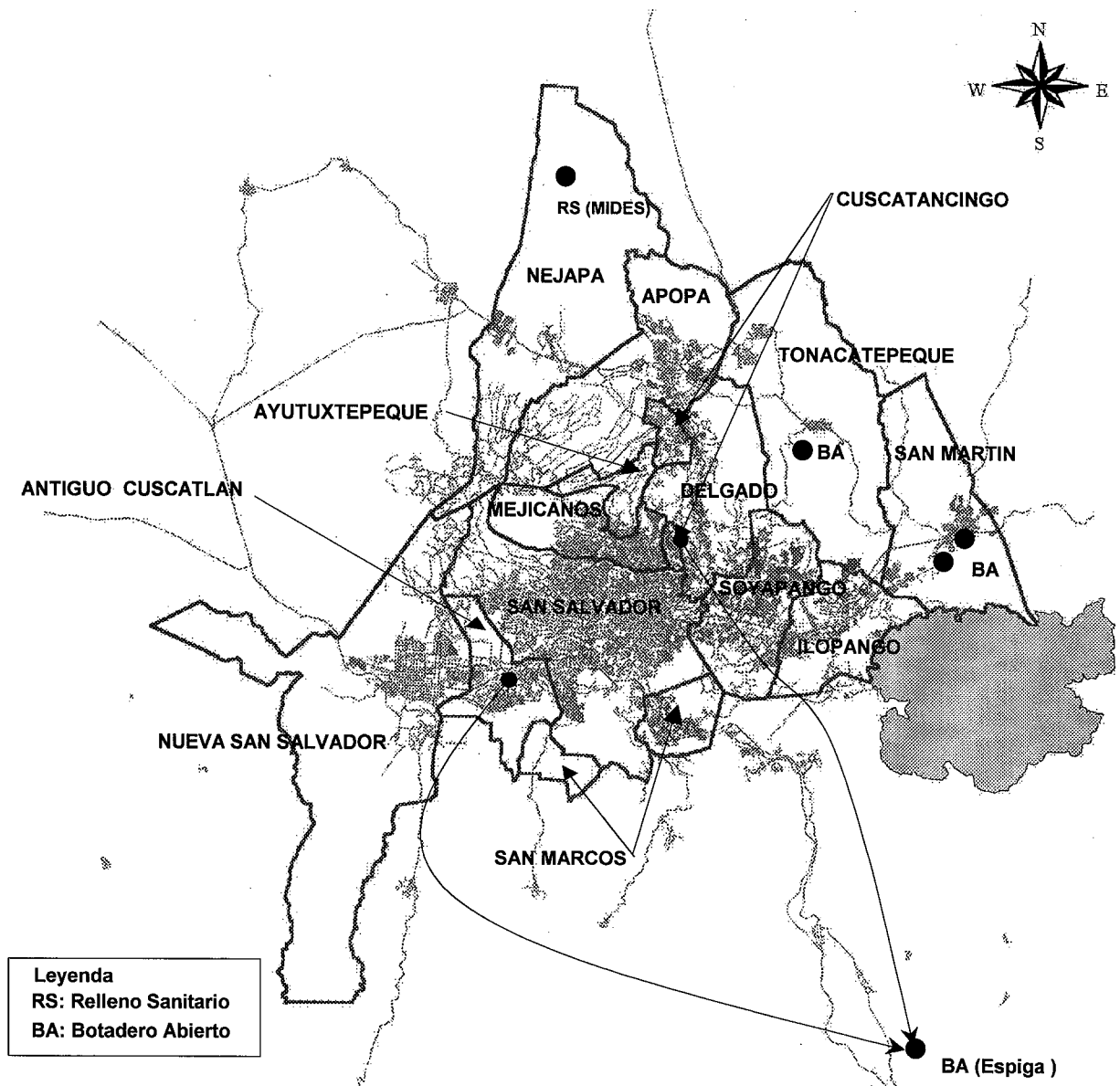


Figura 4-6: Ubicación de los Sitios de Disposición Final Existentes

4.4.5.4 Operación de Relleno

La conducción de operaciones de relleno incluye la acumulación/compactación de los residuos depositados y la cubierta diaria de tierra sobre los desechos. Sin embargo, la intensidad de tales prácticas difiere bastante en los cuatro sitios (ver Cuadro 4-41).

Para los llamados botaderos abiertos de San Martín y Tonacatepeque, no hay equipo mecánico para la acumulación y/o compactación de los residuos en estos sitios. De vez en cuando estos sitios colocan la cubierta de tierra encima de los desechos mediante la ayuda de la DUA.

**Cuadro 4-41: Operación de Relleno de los Sitios de Disposición Final
Respectivos**

Aspecto	Nejapa MIDES	Chuca ESPIGA	Botadero abierto de San Martín	Botadero abierto de Tonacatepeque
Días laborables	6 días a la semana (Lunes –Sábado)	6 días a la semana (Lunes –Sábado)	6 días a la semana (Lunes –Sábado)	6 días a la semana (Lunes –Sábado)
Equipo de trabajo	Uso constante de bulldozer, compactador, así como pala mecánica y camión de volteo (para acarrear la tierra de cubierta) y camión cisterna	Uso ocasional de bulldozer, compactador y motoniveladora	Básicamente no	Básicamente no
Control mediante báscula	Sí	No	No	No
Cantidad diaria de disposición	cerca de 1000 ton	cerca de 70 ton	cerca de 30 ton	cerca de 20 ton
Tamaño de celda para trabajos	Básicamente del mismo tamaño que el volumen diario de disposición	No se maneja	No se maneja	No se maneja
Cubierta diaria de tierra	No diaria pero frecuente	No (ocasional)	No (una cada semana o dos)	No (una cada semana o dos)

Se percibe e incluso se observa a la fecha que el sitio MIDES cuenta con maquinaria pesada estacionaria para la acumulación/compactación de residuos y aplica una cubierta de tierra porque este sitio recibe hasta 1000 ton/día de desechos. En otras palabras, si no se pusieran en marcha dichas prácticas, los problemas ambientales causados por estas 1000 ton/día serían enormes.

Por otra parte, respecto al sitio la ESPIGA que recibe cerca de 70 ton/día, se espera que realicen la acumulación/compactación diaria de los residuos y la cubierta diaria de tierra.

Respecto a los botaderos abiertos de San Martín y Tonacatepeque, sería importante que ampliaran la cobertura de tierra a una o dos veces a la semana. Sin embargo, en la práctica sería algo difícil cubrir con tierra todos los residuos depositados ya que éstos se botan en una quebrada.

4.4.5.5 Estructura de Relleno (Especificaciones)

El siguiente cuadro resume la estructura del relleno sanitario de MIDES y de otros tres sitios de disposición que utilizan los municipios del AMSS.

Cuadro 4-42: Estructura de Relleno de los Sitios de Disposición Existentes

Aspecto	Relleno sanitario de MIDES	Otros 3 sitios
Capa impermeable en el fondo	2 capas. (Una membrana geosintética impermeable de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1.5mm de espesor colocada sobre una membrana geocompositiva (bentonita – geotextil) y/o arcilla compactada dependientemente del relieve y de la naturaleza del suelo en su sitio.*1	No
Sistema de recolección de lixiviados	Una capa de drenaje de un espesor mínimo de 450mm de material granular de drenaje. Una pendiente mínima de 1 a 2% a fin de drenaje por gravedad. Tubería de PEAD perforada.*1	No
Sistema de tratamiento de lixiviados	3 lagunas. La primer laguna equipada con aeróforos. Se planea construir y operar 3 lagunas de evaporación de 20,000m ² sobre la elevación de 12 m de la celdas llenas. Sin embargo, esto todavía no se practica.	No
Sistema de eliminación del biogas	Aunque planeado en el informe EIA, no se practica a la fecha. El informe dice: "El sistema estará compuesto de pozos de evacuación de 600mm de diámetro, perforados desde la parte superior del terreno hasta una profundidad de 5 a 6m, Un tubo perforado de cloruro de polivynil (PVC) será instalado al interior del pozo. El tubo estará rodeado de piedra pura."	No
Capa superior	Planeado	No planeado

Nota. *1 Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Mejoramiento del Manejo de los Desechos de la Región Metropolitana de San Salvador, Enero 1998.

La estructura de relleno diseñada para el relleno de MIDES de Nejapa es suficiente para proteger el ambiente. El problema con el relleno de MIDES es que algunas de las medidas propuestas, tales como las lagunas de evaporación y la eliminación del biogas aún no han sido construidas.

Aunque los otros tres sitios ya eran utilizados unos pocos años antes, hoy es imposible añadirles una membrana impermeable en el fondo o un sistema de recolección/tratamiento de lixiviados. Una posible medida adicional de mejora para los tres sitios respecto a la estructura es un sistema de eliminación del biogas. Otra recomendación de estructura sería emplear la cubierta final de tierra con un grosor suficiente para reducir la contaminación a largo plazo cuando se cierren estos tres sitios.

4.4.5.6 Manejo del Relleno

Se diagnosticará el manejo actual del relleno de los cuatro sitios mediante la siguiente categorización.

- a. Manejo atenuante
- b. Manejo precautorio
- c. Manejo activo

a. Manejo Atenuante

El manejo atenuante del sistema de disposición final se refiere a:

- Control de higiene y seguridad (incluyendo el control de pepenadores)
- Manejo de lixiviados (incluyendo el control de aguas superficiales)
- Manejo del biogas

- Manejo de olores

El siguiente cuadro resume el manejo atenuante de los cuatro sitios de disposición en el AMSS.

Cuadro 4-43: Manejo Atenuante del Sitio de Disposición Final

Aspecto	Nejapa MIDES	Chuca ESPIGA	Botadero abierto de San Martín	Botadero abierto de Tonacatepeque
Control de higiene (incl. control de vectores)	Aceptable (cubierta de tierra frecuente)	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse
Control de pepenadores	Fuera del sitio por valla. Pepenado está prohibido.	Valla. Se permite pepenado	No hay valla. No hay control.	No hay valla. No hay control.
Control de seguridad	OK	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse
Manejo de lixiviados	Sí	No	No	No
Manejo de aguas superficiales	Sí (sin embargo, no satisfactorio en 1999)	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse	Necesita mejorarse
Manejo de biogas	Aún no	No	No	No
Manejo de olores	Sí (principalmente por compactación diaria y cubierta de tierra frecuente)	Necesita mejorarse	No	No

a.1 Control de Higiene y Pepenado

Aunque el sitio de MIDES tiene suficiente control de higiene y de actividades de pepenado, los otros tres sitios necesitan mejorar dentro de este contexto.

a.2 Manejo de Aguas Superficiales

Durante la época de lluvias en 1999 el manejo inadecuado del agua superficial en el sitio MIDES resultó en una generación enorme de lixiviados y su descarga al ambiente circunvecino.

Respecto al ex botadero abierto de San Martín, se construyó un pozo vertical conectado a desagüe de aguas pluviales debajo de los residuos enterrados, enfocado a reducir la generación de lixiviados y su contaminación. Sin embargo, debido a que actualmente es época seca, no se han construido aún zanjas de control para aguas superficiales que se conecten con el pozo vertical. Se espera que el escurrimiento superficial de aguas pluviales esté bien controlado para dirigirlos al pozo vertical antes de que llegue la temporada de lluvias.

b. Manejo Precautorio

Respecto al manejo precautorio del sistema de disposición final, el proyecto de MIDES de Nejapa ha planeado implementar una serie de medidas para manejo precautorio; sin embargo, a la fecha algunos de estos como el monitoreo de agua freática aún no están en marcha.

Los otros tres sitios no emplean ninguna medida substancial como manejo precautorio.

Cuadro 4-44: Manejo Precautorio del Sitio de Disposición Final

Aspecto	Nejapa MIDES	Chuca EPIGA	Botadero abierto de San Martín	Botadero abierto de Tonacatepeque
Análisis de lixiviados	Sí	No	No	No
Monitoreo de agua freática	Aún no	No	No	No
Monitoreo del nivel de biogas	No	No	No	No

c. Manejo Activo

Al visualizar como objetivo el estabilizar los desechos depositados, el “manejo activo” puede referirse a varias medidas que facilitan la descomposición de los residuos depositados.

c.1 Recirculación de Lixiviados

Un método no costoso y efectivo para el tratamiento de lixiviados es recolectar y recircular el lixiviado a través del relleno. Durante las etapas iniciales de la operación del relleno, el lixiviado contendrá cantidades importantes de sólidos disueltos totales (SDT), DBO, DQO, nutrientes y metales pesados. Cuando se recircula el lixiviado, los componentes son atenuados por la actividad biológica y por otras reacciones químicas y físicas que ocurren dentro del relleno. Por ejemplo, los ácidos orgánicos simples presentes en el lixiviado se convertirán en CH₄ y CO₂ debido al incremento del pH dentro del relleno. Un beneficio adicional de la recirculación es la recuperación de biogas que contiene CH₄.

Cuadro 4-45: Manejo Activo del Relleno

Aspecto	Nejapa MIDES	Otros 3 sitios
Recirculación de lixiviados	No instrumentado como se planeó.	No
Extracción de biogas	Planeado.	No hay plan

El proyecto MIDES propuso la recirculación de lixiviados. Sin embargo, esto aún no está en práctica como estaba planeado, aunque el nivel del relleno ya alcanza los 12 metros de altura, en donde van a construirse lagunas de evaporación (3 de 20,000m²).

c.2 Reuso de Biogas

El proyecto MIDES también propuso un sistema de extracción de biogas. Sin embargo, a la fecha no se han iniciado trabajos para la construcción de pozos de eliminación de biogas.

4.4.6 Otras Actividades del MRS por parte de ONGs

Existen varias ONGs en actividad que proporcionan asistencia para el mejoramiento de los problemas ambientales, especialmente aquellos sobre residuos en el AMSS. El Cuadro 4-46 delinea las actividades principales e información básica acerca de algunas de las ONGs activas que han realizado campañas o programas educativos sobre temas de desechos sólidos.

Cada día es más importante el papel de las ONGs en el mejoramiento de vida de las personas a nivel popular y en el desarrollo sustentable para beneficiarlos dentro del

campo del MRS. En este sentido, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ha sostenido reuniones con ONGs de manera continua para facilitar la comunicación con éstas y entre éstas. También es vital coordinar actividades y estrechar la cooperación entre las organizaciones gubernamentales, las ONGs y las agencias internacionales de ayuda, para así evitar que sus actividades se traslapen y en cambio multiplicar sus efectos.

Cuadro 4-46: Actividades de MRS por Parte de ONGs

Nombre de ONGs	Año de creación	Personal	Campo de trabajo especial	Áreas de trabajo	Experiencias en campañas o educación ambiental/sanitaria sobre MRS	Patrocinadores
CESTA ^{*1}	1987	55	Protección del ambiente	Área urbanas y rurales en el Depto. de San Miguel, Santa Ana, Sonsonate, San Vicente, Cuscatlán, Morazán, La Libertad y Usulután	<ul style="list-style-type: none"> • Educación ambiental sobre residuos en centros educativos y municipios • Promover la reducción, reuso y reciclaje de los desechos • Planeación e investigación para compostaje • Proporcionar asesoría a municipios y a algunos grupos para la separación de desechos y compostaje 	Hivos (Holanda), MS (Dinamarca)
UNES ^{*2}	1987	15	Ambiente	San Luis (La Paz), Quezaltepeque (La Libertad), Soyapango (San Salvador), Apopa (San Salvador)	<ul style="list-style-type: none"> • Educación sobre problemas de desechos sólidos • Educación sobre separación de residuos para compostaje • Educación sobre métodos de separación de desechos en escuelas 	Novib (Holanda), DANIDA (Dinamarca), Fundación Böll (Alemania)
Procomes ^{*3}	1988	30	Ambiente, crédito	San Salvador, Apopa, Soyapango	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto "Reciclando Esperanzas" (1998-99) 	Procomes e Intermon
Fundación Olof Palme ^{*4}	1988	5	Protección a niños maltratados	Mercados, parques, calles, sitio de disposición (Nejapa)	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudar a los niños que trabajan y viven en las calles y proteger sus derechos humanos • Trabajo conjunto con Procomes para el proyecto "Reciclando Esperanzas" 	-
Fundación ABA	1998	9	Residuos sólidos (cooperativas)	San Salvador (#1,2,3,4,5), Mejicanos (Zacamil), Ilopango, Cojutepeque	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar en MRS • Capacitar en compostaje • Capacitar en legislación de desechos sólidos • Formación de grupos ecológicos 	MIDES, UNEX, Hivos (Holanda)

Notas:

*1 Fundación Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiada

*2 Unidad Ecológica Salvadoreña

*3 Asociación de Proyectos Comunales de el Salvador

*4 Fundación Olof Palme