

8.2.4.2 Principios Básicos del Sistema Financiero para el MRS Individual Municipal

a. Aspectos Claves a ser Mejorados

Con el propósito de consolidar la sustentabilidad financiera de los servicios municipales de MRS, se enlistan los siguientes aspectos claves para su mejoramiento:

- Introducción y ejecución de una contabilidad independiente para MRS;
- Revisión y mejoramiento de la estructura de tarifas y del sistema de recaudación de tasas;
- Consolidación y utilización de una base de datos de MRS;
- Monitoreo de los egresos y retroalimentación para mejorar la reducción de costos;
- Desarrollo de recursos humanos y uso de computadoras para contabilidad; y
- Participación del sector privado.

a.1 Contabilidad Independiente

Para ejecutar servicios de MRS sustentables es necesario establecer un sistema de contabilidad que no sólo controle ingresos y egresos, sino también la inversión de apropiada para renovación de vehículos, etc., mediante una reserva para depreciación. La contabilidad de los servicios de MRS independiente de la contabilidad general de la alcaldía es indispensable para lograrlo.

Si la contabilidad general de cualquier alcaldía no cuenta con la división seccional de los egresos del MRS de otros gastos, dicha municipalidad debe establecer de manera inmediata una contabilidad con divisiones por secciones.

a.2 Estructura de Tarifas y Sistema de Recaudación de Tasas

Se propone mejorar la estructura actual de tarifas y de recaudación de tasas teniendo en cuenta los siguientes aspectos claves:

- **El principio del que genera paga:** aquel que genera residuos debe pagar por los costos de los servicios del manejo de residuos:
- **Recaudación razonable de tasas:** los usuarios con menor capacidad económica deben pagar menos por el servicio, mientras que los de mayor capacidad deben pagar más por el servicio. Esto puede en consecuencia constituir un sistema de subsidios cruzados que sería aceptable para todos.
- **Reducción de los costos de recaudación de tasas:**
 - Un sistema eficiente e imperativo de recaudación de tasas (**facturación conjunta** con los cargos de electricidad)
 - Tasas apropiadas para los servicios especializados de MRS (como un sistema **específico de tasación:** nivel de tasas proporcional al volumen de residuos)

De igual manera, se sugerirían las siguientes acciones:

- La tasa de aseo, que actualmente es cobrada en proporción al área de la propiedad, debería ser recolectada mediante la facturación conjunta con los cargos

de electricidad. Al hacer esto, la eficiencia de recaudación de la tasa de aseo deberá estar enfocada a elevarse a 90% hasta el año 2010.

- Los municipios que aún no hayan recaudado la tasa de relleno deben establecer una estructura de tarifas que incluya la recaudación de tasas de los ciudadanos que no posean propiedades.
- El nivel de tasas para los ciudadanos marginales con bajos ingresos debe considerar su posibilidad para pagar.
- Se debe aplicar un sistema específico de tasación (nivel de tasas proporcional al volumen de residuos) para los residuos de generadores comerciales/instituciones. Los comercios/instituciones menores como tiendas pequeñas podrían ser exentos de este sistema de tasación y ser sujetos al mismo sistema de los domésticos. Para reducir los costos de recaudación de tasas, se debe utilizar la facturación conjunta con los cargos de electricidad.

a.3 Manejo de la Base de Datos

Todos los municipios deben establecer y/o consolidar la base de datos de recaudación de tasas (tanto para aseo como para relleno). Dicha base de datos municipal debe estar ligada a la base de datos de CAESS/DELSUR, especialmente cuando algunas alcaldías inician la facturación conjunta de la tasa de aseo, para poder monitorear la eficiencia de la recaudación de tasas (como mora, actualización de usuarios, etc.).

a.4 Monitoreo de los Egresos y su Retroalimentación para Mejorar la Reducción de Costos

La base de datos de la báscula debe estar en línea para monitorear la eficiencia de los servicios de recolección de residuos. Dicho monitoreo debe ser utilizado para planear e instrumentar la optimización de las tareas de recolección, etc.

Los gastos respectivos para los vehículos de recolección y/o equipos de recolección deben ser monitoreados exhaustivamente, y su costeabilidad revisada igualmente. También deben monitorearse los costos de personal, horas de trabajo, consumo de combustible/lubricantes, registro de mantenimiento y cantidad recolectada de residuos e inducir la productividad para futuras comparaciones y optimizaciones.

a.5 Desarrollo de Recursos Humanos y Uso de Computadoras para Contabilidad

Para mejorar el manejo de los ingresos/egresos mencionados anteriormente, se debe acelerar el desarrollo de recursos humanos en aspectos de contabilidad e informática. La colaboración del gerente de contabilidad y del departamento de aseo es indispensable para esta optimización y manejo de ingresos/egresos. De igual manera, el gerente del departamento de aseo puede tomar acciones para racionalizar los recursos físicos y humanos de los servicios de aseo.

a.6 Participación del Sector Privado

Se debe hacer una revisión caso por caso para analizar la viabilidad de la participación del sector privado en las actividades del servicio de recolección. Dicho análisis debe investigar siempre los pros y los contras de estas alternativas; por ejemplo, si la participación privada reduce o incrementa la carga municipal de los servicios de MRS.

b. Estimación de Egresos

Para calcular los egresos totales del MRS municipal por las alcaldías respectivas hasta el año 2010, es necesario interiorizar los costos de los proyectos regionales de MRS propuestos en el P/M. Por ello, a continuación se muestran los proyectos regionales respectivos de E/T, R/S de Tonacatepeque, nuevo R/S de ESPIGA, PS, etc., con referencia a las estimaciones de costos unitarios para los casos estudiados y que se resumen en el Cuadro 8-30.

Cuadro 8-31: Nivel Unitario de los Proyectos Regionales a ser Interiorizados para los Egresos Municipales Respectivos

		Precio unitario	Observaciones
Estación de transferencia	E/T 1 (350 t/d)	7.0US\$/ton	En proporción a cantidad depositada (desde el 2004)
	E/T 2 (900 t/d)	5.8US\$/ton	Lo mismo (desde el 2005)
Tratamiento intermedio	PS	27.2US\$/ton	En proporción a la cantidad de residuos reciclables depositados (desde el 2008)
Relleno*	MIDES Nejapa	20.43US\$/ton (18US\$/ton+IVA)	En proporción a cantidad depositada (desde el 2001)
	Tonacatepeque	20.2US\$/ton	Lo mismo (desde el 2005)
	Nuevo ESPIGA**	20.2US\$/ton	Lo mismo (desde el 2004)
Tratamiento de residuos hospitalarios	MIDES Nejapa	200US\$/ton+IVA	Estos costos no se reflejan en los egresos municipales
	Incineradora	390US\$/ton	

Notas: * Los costos actuales para la ESPIGA se asumen en US\$5/ton, y los costos presentes del botadero abierto (SMT,TN) en US\$1/ton.

** Ya que se desconoce la cuota de disposición para el nuevo R/S de la Espiga, se asume que será el mismo que el del R/S de Tonacatepeque.

Además de los egresos calculados con base en las proporciones anteriores, se estima un gasto indirecto por operar la Unidad Ejecutora de la OPAMSS por US\$80,000/año y que se distribuye de manera proporcional entre los municipios respectivos como costos indirectos.

De igual manera se calcula el egreso por los servicios de MRS para los 14 municipios hasta el año 2010 en el siguiente cuadro.

Cuadro 8-32: Resumen de Egresos del Sistema de Manejo Individual

Unidad: 1,000 colones

		Fase I	Fase II	Fase III	Total	
SS	Inversión	50,157	6,168	56,252	112,577	
	O&M	Disposición	100,497	112,134	165,674	378,305
		Recolección	68,495	58,679	79,546	206,720
		E/T	0	19,994	37,983	57,977
		Otros*	117,963	120,840	164,072	402,875
	O&M total	286,955	311,647	447,275	1,045,877	
	Total	337,112	317,815	503,527	1,158,454	
MJ	Inversión	6,094	705	6,974	13,773	
	O&M	Disposición	14,615	15,829	22,672	53,116
		Recolección	8,799	7,760	10,029	26,588
		E/T	0	3,011	6,384	9,395
		Otros*	6,097	6,465	9,227	21,789
	O&M total	29,511	33,065	48,312	110,888	
	Total	35,605	33,770	55,286	124,661	
CD	Inversión	3,369	873	3,377	7,619	
	O&M	Disposición	6,314	6,855	9,837	23,006
		Recolección	3,790	4,132	5,966	13,888
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	4,439	4,726	6,732	15,897
	O&M total	14,543	15,713	22,535	52,791	
	Total	17,912	16,586	25,912	60,410	
CT	Inversión	2,504	0	3,369	5,873	
	O&M	Disposición	2,956	6,614	9,513	19,083
		Recolección	4,060	3,300	3,916	11,276
		E/T	0	1,124	2,384	3,508
		Otros*	3,191	3,526	5,287	12,004
	O&M total	10,207	14,564	21,100	45,871	
	Total	12,711	14,564	24,469	51,744	
AY	Inversión	896	8	896	1,800	
	O&M	Disposición	2,108	2,291	3,294	7,693
		Recolección	1,220	1,378	1,957	4,555
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	1,117	1,194	1,717	4,028
	O&M total	4,445	4,863	6,968	16,276	
	Total	5,341	4,871	7,864	18,076	
SM	Inversión	3,369	15	3,377	6,761	
	O&M	Disposición	6,458	7,018	10,095	23,571
		Recolección	5,365	4,089	4,680	14,134
		E/T	0	1,351	2,867	4,218
		Otros*	1,763	1,809	2,475	6,047
	O&M total	13,586	14,276	20,117	47,979	
	Total	16,955	14,291	23,494	54,740	
ST	Inversión	7,687	880	8,583	17,150	
	O&M	Disposición	17,713	19,139	27,336	64,188
		Recolección	13,617	8,623	12,548	34,788
		E/T	0	6,470	9,233	15,703
		Otros*	8,158	8,456	11,849	28,463
	O&M total	39,488	42,688	60,966	143,142	
	Total	47,175	43,568	69,549	160,292	

		Fase I	Fase II	Fase III	Total	
AC	Inversión	4,272	15	4,295	8,582	
	O&M	Disposición	4,641	10,090	14,682	29,413
		Recolección	6,638	4,023	5,929	16,590
		E/T	0	3,336	4,932	8,268
		Otros*	6,069	6,633	9,210	21,912
	O&M total	17,348	24,082	34,753	76,183	
Total	21,620	24,097	39,048	84,765		
SY	Inversión	12,832	53	13,751	26,636	
	O&M	Disposición	29,034	32,042	46,855	107,931
		Recolección	19,092	15,553	19,119	53,764
		E/T	0	5,799	12,953	18,752
		Otros*	5,768	6,108	8,933	20,809
	O&M total	53,894	59,502	87,860	201,256	
Total	66,726	59,555	101,611	227,892		
IL	Inversión	4,272	15	5,153	9,440	
	O&M	Disposición	9,048	9,838	14,200	33,086
		Recolección	6,874	5,510	6,620	19,004
		E/T	0	1,867	4,020	5,887
		Otros*	2,564	2,783	4,032	9,379
	O&M total	18,486	19,998	28,872	67,356	
Total	22,758	20,013	34,025	76,796		
SMT	Inversión	2,489	873	2,489	5,851	
	O&M	Disposición	739	3,949	7,856	12,544
		Recolección	2,082	2,747	4,335	9,164
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	829	1,812	2,952	5,593
	O&M total	3,650	8,508	15,143	27,301	
Total	6,139	9,381	17,632	33,152		
AP	Inversión	4,288	865	4,310	9,463	
	O&M	Disposición	9,467	10,281	14,755	34,503
		Recolección	4,600	5,047	7,286	16,933
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	3,689	4,054	5,990	13,733
	O&M total	17,756	19,382	28,031	65,169	
Total	22,044	20,247	32,341	74,632		
NJ	Inversión	880	0	880	1760	
	O&M	Disposición	988	1,076	1,554	3,618
		Recolección	647	800	1,162	2,609
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	207	350	504	1,061
	O&M total	1,842	2,226	3,220	7,288	
Total	2,722	2,226	4,100	9,048		
TN	Inversión	1,799	0	2,489	4,288	
	O&M	Disposición	214	3,283	6,850	10,347
		Recolección	1,845	2,003	2,995	6,843
		E/T	0	0	0	0
		Otros*	609	905	1,315	2,829
	O&M total	2,668	6,191	11,160	20,019	
Total	4,467	6,191	13,649	24,307		

Nota: * incluyendo barrio de calles, administración, talleres y PS.

c. Plan de Ingresos

c.1 Optimización Gradual

Se proponen las siguientes medidas para optimización gradual. El siguiente cuadro muestra la optimización financiera del balance total del año 2001 al 2010 cuando se ejecutan tales medidas de optimización de manera gradual.

- **Optimización en la eficiencia de recaudación de tasas mediante facturación conjunta con los cargos de electricidad:** Respecto a la tasa de relleno, muchas municipalidades utilizan el sistema de facturación conjunta con los cargos de electricidad. Sin embargo, unas cuantas alcaldías tienen la facturación conjunta para la tasa de aseo. Todas las tasas deben facturarse conjuntamente con los cargos de electricidad a partir del año 2003. Se elevará gradualmente la eficiencia de recaudación de tasas hasta un 90% en el 2010 a partir del nivel presente. También se reducirá el nivel de usuarios morosos.
- **Sistema específico de tasación:** Se aplicará un sistema específico de tasación (tasa proporcional al volumen de residuos) para los generadores de residuos comerciales/instituciones a partir del año 2002. Asumiendo que 50% de tales residuos proviene de grandes generadores, la tasa de tales generadores cubrirá los costos directos de los servicios de recolección/transporte (incluyendo costos de depreciación de los vehículos) y la cuota de disposición en el relleno.

Cuadro 8-33: Optimización del Ingreso del Balance Total hasta el Año 2010
Mediante la Adopción de Medidas Correspondientes

Unidad: 1,000 colones

	Balance sin medidas	Medidas No. 1 Optimizar balance después de "facturación conjunta con electricidad" y "incremento de recaudación de tasas"	Medidas No. 2 Mayor optimización del balance después de "tasación específica a grandes generadores"
San Salvador	121,217	180,526	- lo mismo -* ¹
Mejicanos	-17,179	8,160	- lo mismo -* ¹
Delgado	355	9,441	14,375
Cuscatancingo	-22,047	-18,379	-15,195
Ayutuxtepeque	3,713	7,392	8,732
San Marcos	-21,931	-13,400	-10,192
Nueva San Salvador	73,368	93,594	100,813
Antiguo Cuscatlán	-37,872	-32,633	-27,457
Soyapango	-39,668	-9,795	8,886
Ilopango	8,750	17,869	- lo mismo -* ¹
San Martín	-5,962	-2,320	503
Apopa	-7,241	1,606	6,347
Nejapa	-5,449	-3,665	-3,416
Tonacatepeque	-19,607	-18,076	-16,386

El cuadro anterior muestra que aunque se lleven a cabo las medidas respectivas, municipios como Cuscatancingo, San Marcos, Antiguo Cuscatlán, Nejapa y Tonacatepeque tendrán todavía números rojos en su balance total hasta el 2010.

Para estas alcaldías, las medidas a seguir podrían ser una de las siguientes o ambas: (i) elevar las tasa de los servicios que deben pagar los usuarios; y/o (ii) solicitar un subsidio nacional para contrarrestar los costos adicionales requeridos para cumplir con la recién publicada legislación ambiental nacional.

c.2 Posibilidad de Elevar las Tasas de los Servicios y Carga sobre el Ingreso de los Ciudadanos

Se realiza aquí un cálculo de prueba para obtener el incremento mínimo de las tasas por servicios para que el balance total del 2001 al 2010 sea un poco más positivo. Se asume que la tasa por servicios se incrementa en el 2006. Se miden las tarifas incrementadas para los municipios respectivos con base en los parámetros de la carga sobre el ingreso de los ciudadanos (CIC) en el 2010. (Ver el siguiente cuadro.)

Cuadro 8-34: Incremento Mínimo de las Tasas y su Carga sobre el Ingreso Ciudadano

	Incremento de la tasa de aseo (%)	Balance total (1,000 colones)	Impuesto promedio de residuos (tasa de aseo + impuesto de disposición) (Colon/mes/hogar)	Carga sobre el ingreso ciudadano (%)
Año	2006	2001 - 2010	2010	2010
Cuscatancingo	88 %	101	15.3	0.33
San Marcos	82 %	38	18.9	0.29
Antiguo Cuscatlán	90 %	289	45.3	0.37
Nejapa	127 %	7	19.4	0.52
Tonacatepeque	552 %	20	26.9	0.82

En vista del cálculo de prueba anterior, es difícil que Tonacatepeque eleve sus tasas hasta 6.5 veces la actual de un momento a otro en el año 2006. Por ello, el P/M propone que la alcaldía de Tonacatepeque eleve la tasa del servicio en el 2003 cuando se adopte la facturación conjunta con la electricidad, y nuevamente en el 2006 a tres veces su valor.

Si las medidas de optimización descritas anteriormente se implementan, se alcanzará un nivel de recaudación de tarifas e ingresos anuales totales del servicio de MRS como lo muestra el siguiente cuadro para los años de fin de fases (2003, 2006 y 2010).

Cuadro 8-35: Plan de Ingresos

Unidad: 1,000 colones

		1999	2003	2006	2010
SS	Nivel de recolección de tasas (%)	83	85.5	87.5	90
	Cantidad total	96,839	121,829	136,351	156,222
MJ	Nivel de recolección de tasas (%)	65	77.3	82.7	90
	Cantidad total	7,152	11,846	13,715	16,190
CD	Nivel de recolección de tasas (%)	70	77.3	82.7	90
	Cantidad total	3,906	6,754	7,714	8,962
CT	Nivel de recolección de tasas (%)	72	77.3	82.7	90
	Cantidad total	2,100	3,077	6,341	7,674
AY	Nivel de recolección de tasas (%)	79	83	86	90
	Cantidad total	1,321	2,379	2,793	3,370
SM	Nivel de recolección de tasas (%)	83	85.5	87.5	90
	Cantidad total	2,394	4,181	6,604	7,666
ST	Nivel de recolección de tasas (%)	85	86.8	88.2	90
	Cantidad total	16,110	22,937	26,769	32,166
AC	Nivel de recolección de tasas (%)	70	77.3	82.7	90
	Cantidad total	3,191	4,894	10,819	13,923
SY	Nivel de recolección de tasas (%)	70	77.3	82.7	90
	Cantidad total	13,194	21,424	24,285	28,616
IL	Nivel de recolección de tasas (%)	85	86.8	88.2	90
	Cantidad total	5,357	8,653	9,755	11,224
SMT	Nivel de recolección de tasas (%)	60	79.1	84.5	90
	Cantidad total	1,553	2,731	3,568	4,539
AP	Nivel de recolección de tasas (%)	83	85.5	87.5	90
	Cantidad total	3,981	7,355	8,423	9,875
NJ	Nivel de recolección de tasas (%)	50	77.3	82.7	90
	Cantidad total	250	529	1,254	1,458
TN	Nivel de recolección de tasas (%)	55	77.3	82.7	90
	Cantidad total	276	1,073	3,635	4,383

Para poder lograr la recaudación de tasas y cantidades mencionadas anteriormente, es necesario no solamente establecer y utilizar la base de datos de ingresos, sino también implementar un sistema de tasación eficiente para grandes generadores comerciales/institucionales y enviar cartas requisitoras de pagos demorados, etc.

c.3 Flujo de Efectivo de Cada Alcaldía

Con las medidas anteriores propuestas para optimizar los ingresos, el balance total de ingresos/egresos del 2001 al 2010 será positivo para los 14 municipios. Respecto a alcaldías como Mejicanos, Delgado, Soyapango, Ilopango, San Martín, Apopa, Nejapa y Tonacatepeque, el balance anual será en números rojos en algunos años tales como el 2010 cuando se renueven los vehículos de recolección. Empero, ya que el balance total del 2001 al 2010 será positivo para estos municipios, se juzga que se mantendrá un sistema financiero sustentable para los servicios de MRS.

Cuadro 8-36: Situación Financiera en el 2010

Unidad: 1,000 colones, %

	Balance de MRS en el 2010			Carga sobre el presupuesto o municipal en el 2010 (%)	Carga sobre ciudadanos	
	Ingresos (1,000 colones)	Costos* (1,000 colon)	Nivel de cobertura R/C (%)		Tasa promedio de residuos (Colon/mes /hogar)	Carga sobre el ingreso del ciudadano (%)
San Salvador	156,222	123,326	127	0.0	45.8	0.47
Mejicanos	16,190	13,526	120	5.0	18.8	0.26
Delgado	8,962	5,792	155	0.4	11.9	0.22
Cuscatancingo	7,674	5,642	136	0.0	15.3	0.33
Ayutuxtepeque	3,370	1,932	174	0.0	21.5	0.41
San Marcos	7,666	5,650	136	0.0	18.9	0.29
Nueva San Salvador	32,166	16,819	191	0.0	28.5	0.35
Antiguo Cuscatlán	13,923	9,844	141	0.0	47.2	0.38
Soyapango	28,616	24,835	115	7.5	18.7	0.26
Ilopango	11,224	8,173	137	5.7	17.6	0.34
San Martín	4,539	4,441	102	15.9	9.7	0.33
Apopa	9,875	7,963	124	6.8	10.4	0.26
Nejapa	1,458	954	153	1.6	19.4	0.52
Tonacatepeque	4,383	3,222	136	2.0	24.9	0.76

Nota: * costos directos incluyendo el de depreciación

8.2.5 Aspecto Social (Educación Sanitaria y Participación Pública)

La educación sanitaria es un componente importante en el MRS. Es bien conocido el hecho de que la presencia constante de residuos confinados en un área densamente poblado con prácticas deficientes de higiene y manejo inadecuado de residuos sólidos, tiene serias repercusiones en la salud de los habitantes. Por lo tanto, el público debe estar informado de los riesgos potenciales y enfermedades que pueden surgir por el contacto directo y de procedimientos inapropiados de manejo.

Otra razón de la importancia de la educación sanitaria es la necesidad de incentivar e inducir al público que es responsabilidad de cada individuo ocuparse en actividades que no solamente mejoren su salud sino también cooperar en el manejo de los residuos producidos.

Un público informado es más probable que tome iniciativas para comenzar la minimización de residuos, programas de reciclaje en las comunidades, cambiar los patrones de consumo y eventualmente pasar sus conocimientos así como experiencias a las futuras generaciones. Es decir, la introducción de la educación sanitaria y la participación del público abriría el camino para lograr la meta final de este estudio: la aplicación de un manejo adecuado de los residuos.

En el siguiente Cuadro se resume el programa de educación sanitaria y participación pública que la Unidad Ejecutora podría instrumentar en el período 2000 – 2010.

Cuadro 8-37: Programa de Educación Sanitaria y Participación Pública
(Borrador)

Fase 1 2001 – 2003	Fase 2 2004 – 2006	Fase 3 2007 - 2010	Post Fase 2011
<ul style="list-style-type: none"> • Constitución de la Unidad Ejecutora Central y unidades dentro de los municipios • Formación o consolidación de asociaciones comunales • Preparación de proyectos educativos con la participación de organizaciones pertinentes • Información a la comunidad Sensibilización y pláticas • Inicio del programa educativo para áreas específicas • Capacitación del personal (promotores sociales y maestros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Educación intensiva en áreas específicas • Educación a través de talleres de capacitación a la comunidad • Impulso a la educación sanitaria en escuelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuación de la educación intensiva • Continuación del programa de capacitación • Seguimiento de proyectos implementados • Evaluación intermedia (2006) • Reajuste intermedio del programa 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación final (2011) • Reajuste al programa de educación sanitaria y participación pública

8.3 Estimación de Costos del Proyecto

8.3.1 Condiciones Básicas

Esta sección presenta datos de diseño claves, costos unitario y otras condiciones básicas para la estimación de costos del proyecto.

Los precios y tasa de cambio se basan en indicadores de abril del 2000. Fuentes de información son la OPAMSS, los 14 municipios y el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local de El Salvador.

8.3.1.1 Tasa de Cambio

US\$1.00 = 8.75 colones = JP¥105

8.3.1.2 Vida de Servicio

Vehículos y Equipo: 7 años

Estación de transferencia *: 20 años

* vida de servicio integrada de las instalaciones incluyendo edificaciones, maquinaria, etc. que sean necesarias.

8.3.1.3 Datos de Diseño Claves

Peso volumétrico en fuente de generación:	200 kg/m ³
Jornada:	7.5 horas/día

8.3.1.4 Costos unitarios

Cuadro 8-38: Costos Unitarios

Descripción	Unidad	Costo unitario	
		Colones	US\$
Personal			
Gerente	Hombre/ año	70,000	
Ingeniero	Hombre/ año	60,000	
Supervisor	Hombre/ año	40,000	
Mecánico	Hombre/ año	50,000	
Asistente de mecánico	Hombre/ año	40,000	
Motorista	Hombre/ año	35,000	
Trabajador	Hombre/ año	32,000	
Secretaria	Hombre/ año	30,000	
Barredor	Hombre/ año	30,000	
Terraplenado			
Excavación con máquina, transporte a 200m y apilado de tierra	m ³	20	
Excavación con máquina, transporte a 500m y apilado de tierra	m ³	30	
Excavación con máquina, transporte a 1,000m y apilado de tierra	m ³	40	
Construcción de terraplén, relleno y compactación de tierra con máquina	m ³	90	
a/t membrana sintética (PEAD) t=1mm	m ²		2.00
a/t membrana sintética (PEAD) t=2mm	m ²		3.00
Instalación de membrana sintética (PEAD) t=1mm	m ²	3	
Instalación de membrana sintética (PEAD) t=2mm	m ²	3	
a/t geotextil	m ²		0.80
a/t geored	m ²		2.50
a/t tierra	m ³	50	
Drenaje			
a/t/c tubo de drenaje de 100mm (no incluye terraplenado)	m	95	
a/t/c tubo de drenaje de 200mm (no incluye terraplenado)	m	170	
a/t/c tubo de drenaje de 300mm (no incluye terraplenado)	m	370	
a/t/c tubo de concreto de 300mm (no incluye terraplenado)	m	55	
a/t/c tubo de concreto de 400mm (no incluye terraplenado)	m	65	
a/t/c tubo de concreto de 500mm (no incluye terraplenado)	m	130	
Construcción			
a/t/c concreto premezclado 180kg/cm ²	m ³	650	
a/t/c concreto premezclado 210kg/cm ²	m ³	670	
a/t/c concreto premezclado 280kg/cm ²	m ³	800	
Edificio de oficinas R/C incluye todos los trabajos	m ²	3,500	
Taller, estructura de acero	m ²	2,500	
Piso (concreto armado, 210kg/cm ²)	m ²	1,200	
Techo (cubierto con tejas)	m ²	100	
Pared (bloque)	m ²	100	

Descripción	Unidad	Costo unitario	
		Colones	US\$
Obras para vías			
a/t/c pavimento de concreto para camino (t=0.15m)	m ²	100	
a/t/c asfalto en caliente para caminos (t=0.1m)	m ²	90	
a/t/c grava para camino (t=0.3m) y preparación de explanación	m ²	60	
Varios			
báscula, 60 ton, con sistema computarizado de registro de datos	Juego		60,000
a/t/c plantación de árboles de 2 a 5m de altura	Árbol	50	
a/t/c cerca (poste de madera A=2.5m, alambre de púas)	M	80	
a/t/c gavión, 0.5m x 0.5m x 2m	m ³	380	
a/t/c tubo para eliminación de gas, 200mm PEAD perforado	m	200	
Materiales básicos			
Aceite para diesel	Galón	9	
Gasolina	Galón	15	
Grava	m ³	185	
Arena	m ³	65	
Varilla reforzada	Ton	5,000	
Equipo (nuevo)			
Camión compactador para recolección de residuos de 19 m ³ (25yd ³)	Unidad		85,000
Camión compactador para recolección de residuos de 14 m ³ (18yd ³)	Unidad		75,000
Camión compactador para recolección de residuos de 8 m ³ (11yd ³)	Unidad		65,000
Camión de volteo (6ton)	Unidad		50,000
Camión de volteo (10ton)	Unidad		70,000
Tractocamión 20t	Unidad		120,000
Camión cisterna (15,000 litros)	Unidad		105,000
Camión cisterna (10,000 litros)	Unidad		65,000
Barredora mecánica	Unidad		100,000
Cargadora frontal (100kw)	Unidad		120,000
Cargadora frontal (70kw)	Unidad		85,000
Tractonivelador (100kw)	Unidad		125,000
Montacargas (40kw)	Unidad		27,000
Excavadora (100kw)	Unidad		150,000
Excavadora (75kw)	Unidad		115,000
Contenedor (2m ³)	Unidad		700
Carretón	Unidad	600	

8.3.2 Estimación de Costos

8.3.2.1 Sistema de Manejo Regional

a. Estación de Transferencia

a.1 Bosquejo de la Instalación

A continuación se muestra el bosquejo de la instalación para las estaciones de transferencia.

Cuadro 8-39: Bosquejo de las Estaciones de Transferencia

Instalación	E/T-1	E/T-2
Capacidad de transferencia	350 ton/día	900 ton/día
Días de operación	312 días (7.5 horas/día, 6 días/semana, 52 semanas)	
Área del sitio	8,000 m ²	12,500 m ²
Construcción	2,400 m ²	3,500 m ²
Pavimento	5,000 m ²	8,000 m ²
Báscula de camión	2 unidades	2 unidades
Tolva	3 unidades	9 unidades

b. Transporte de Transferencia

b.1 Equipo

Para acarrear los residuos desde las estaciones de transferencia a los sitios de disposición de manera efectiva se utiliza un tractocamión de 20 ton. El número requerido de vehículos está calculado con base en la cantidad de residuos transportados por día y bajo las siguientes condiciones:

Equipo:	Tractocamión
Capacidad de diseño:	20 ton
Productividad neta:	90%
Número de viajes:	3 veces/días
Días de operación:	312 días (7.5 horas/día, 6 días/semana, 52 semanas/año)

Adquisición de vehículos

E/T-01:	6 vehículos en el 2003
	7 vehículos en el 2010
E/T-02:	15 vehículos en el 2004
	1 vehículo en el 2008
	1 vehículo en el 2010

c. Planta de Selección

c.1 Bosquejo de Instalación

Se muestra a continuación el bosquejo de las plantas de selección.

Cuadro 8-40: Bosquejo de la Planta

Capacidad de procesamiento	50 ton/día
Jornada laboral	7.0 horas/día
Materiales seleccionables	Acero, aluminio, vidrio, papel, plástico, etc.
Método de separación	Separación magnética y selección manual
Área del sitio	Aproximadamente 1,300 m ²
Área construida	Aproximadamente 830 m ²

d. Relleno

d.1 Bosquejo de Instalación

d.1.1 Ubicación

Se asume que el nuevo sitio para relleno (relleno sanitario de Tonacatepeque) se localizaría al noroeste de Tonacatepeque.

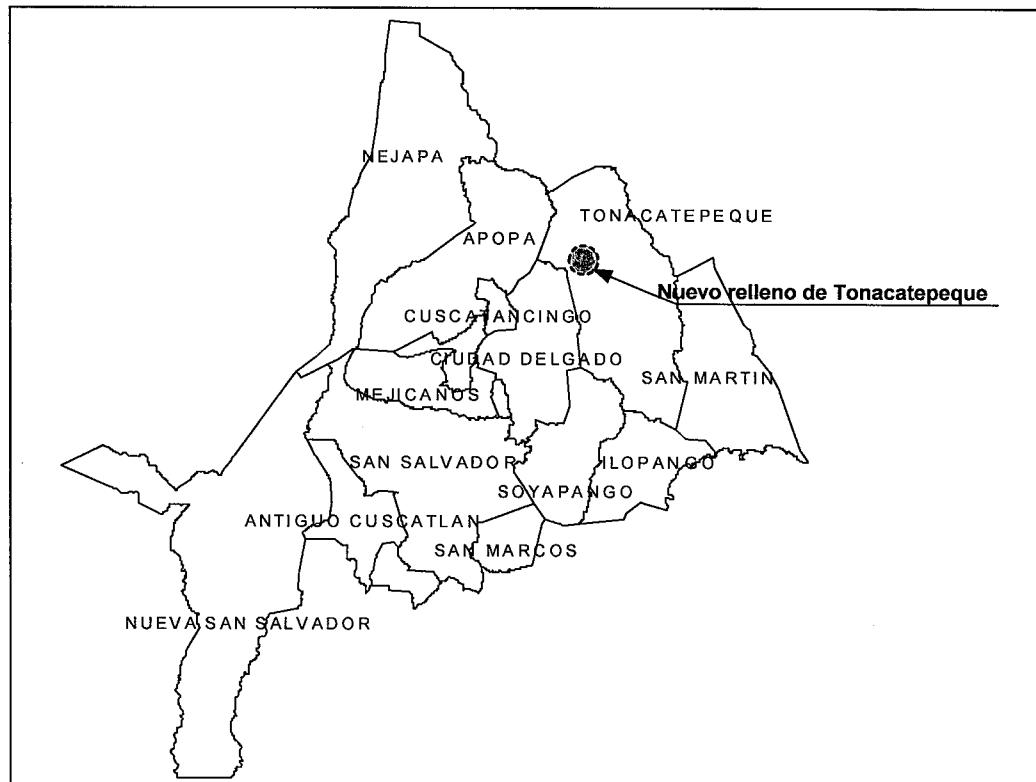


Figura 8-16: Ubicación del Sitio de Relleno de Tonacatepeque

d.1.2 Bosquejo de la Instalación

Se muestra a continuación el bosquejo del relleno de Tonacatepeque.

Cuadro 8-41: Bosquejo del Sitio de Relleno de Tonacatepeque

Nombre	Nuevo relleno de Tonacatepeque
Tipo de relleno	Relleno sanitario con tratamiento de lixiviados
Área del sitio	Aproximadamente 20 ha
Capacidad de relleno	Aproximadamente 433,000 ton (sin incluir cubierta de tierra)
Tipo de membrana	PEAD
Método para tratamiento de lixiviados	Laguna de evaporación y oxidación
Equipo para relleno	Motoniveladora, camión de volteo, camión para residuos, etc.

e. Incinerador de Residuos Hospitalarios

e.1 Bosquejo

La proporción de generación de residuos hospitalarios del AMSS en el año meta (2010) es de 3.98 ton/día en total. Sin embargo, esta cifra sólo representa el volumen neto de residuos hospitalarios infecciosos. Es necesario planear que la instalación de incineración considere el añadir una capacidad (como el volumen del contenedor que va a ser incinerado al mismo tiempo). Con base en información y datos empíricos, si se considera una capacidad marginal de 50%, la cantidad planeada a incinerar es de 6.0ton/día.

e.1.1 Capacidad de la Planta de Incineración

La incineradora tendrá dos líneas considerando aspectos de seguridad y operará por 24 horas para reducir la contaminación ambiental por emisiones de gases. La planta operará 312 días/año, para que reciba inspecciones de seguridad varias veces al año.

La capacidad de incineración por hora se calcula de la siguiente manera:

$$0.30 \text{ ton/hora } (= 6.0 \times 365 / 312 / 1 / 24)$$

f. Costo Global

Se muestra a continuación el costo global requerido para el manejo regional entre el año 2001 y el 2010. Debe observarse que el costo global no incluye la cuota de disposición en el R/S de MIDES en Nejapa o en el nuevo R/S de la Espiga R/S.

Cuadro 8-42: Costo Global

Unidad: US\$ 1,000

Año		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Estación de transferencia												
E/T 1	Inversión											
	Adquisición de terreno	0	183	0	0	0	0	0	0	0	0	183
	Diseño y supervisión	71	44	42	0	0	0	0	0	0	0	157
	Construcción	0	0	1,310	0	0	0	0	0	0	0	1,310
	Equipo	0	0	255	0	0	0	0	0	0	0	255
	total	71	227	1,607	0	0	0	0	0	0	0	1,905
	O&M	0	0	0	94	94	94	94	94	94	94	658
	Total	71	227	1,607	94	94	94	94	94	94	94	2,563
E/T 2	Inversión											
	Adquisición de terreno	0	286	0	0	0	0	0	0	0	0	286
	Diseño y supervisión	33	89	40	61	0	0	0	0	0	0	223
	Construcción	0	0	769	1,154	0	0	0	0	0	0	1,923
	Equipo	0	0	0	303	0	0	0	0	0	0	303
	Total	33	375	809	1,518	0	0	0	0	0	0	2,735
	O&M	0	0	0	0	139	139	139	139	139	139	834
	Total	33	375	809	1,518	139	139	139	139	139	139	3,569
Total	Inversión											
	Adquisición de terreno	0	469	0	0	0	0	0	0	0	0	469
	Diseño y supervisión	104	133	82	61	0	0	0	0	0	0	380
	Construcción	0	0	2,079	1,154	0	0	0	0	0	0	3,233
	Equipo	0	0	255	303	0	0	0	0	0	0	558
	total	104	602	2,416	1,518	0	0	0	0	0	0	4,640
	O&M	0	0	0	94	233	233	233	233	233	233	1,492
	Total	104	602	2,416	1,612	233	233	233	233	233	233	6,132
Transporte de transferencia												
E/T 1	Inversión											
	Diseño y supervisión	0	0	45	0	0	0	0	0	0	52	97
	Equipo	0	0	895	0	0	0	0	0	0	1,044	1,939
	Total	0	0	940	0	0	0	0	0	0	1,096	2,036
	O&M	0	0	0	218	222	229	237	241	249	253	1,649
	Total	0	0	940	218	222	229	237	241	249	1,349	3,685
E/T 2	Inversión											
	Diseño y supervisión	0	0	0	112	0	0	0	8	0	8	128
	Equipo	0	0	0	2,237	0	0	0	149	0	149	2,535
	total	0	0	0	2,349	0	0	0	157	0	157	2,663
	O&M	0	0	0	0	557	576	591	607	622	637	3,590
	Total	0	0	0	2,349	557	576	591	764	622	794	6,253
Total	Inversión											
	Diseño y supervisión	0	0	45	112	0	0	0	8	0	60	225
	Equipo	0	0	895	2,237	0	0	0	149	0	1,193	4,474
	Total	0	0	940	2,349	0	0	0	157	0	1,253	4,699
	O&M	0	0	0	218	779	805	828	848	871	890	5,239
	Total	0	0	940	2,567	779	805	828	1,005	871	2,143	9,938
Tratamiento intermedio												
PS	Inversión											
	Adquisición de terreno	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30
	Diseño y supervisión	0	0	0	0	42	51	0	0	0	0	93
	Construcción	0	0	0	0	0	0	235	0	0	0	235
	Equipo	0	0	0	0	0	0	964	0	0	0	964
	total	0	0	0	0	42	81	1,199	0	0	0	1,322
	O&M	0	0	0	0	0	0	0	155	155	155	465
	Total	0	0	0	0	42	81	1,199	155	155	155	1,787

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Relleno											
Nuevo Tonacatepeque											
Inversión											
Adquisición de terreno	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Diseño y supervisión	135	90	36	39	0	0	0	0	0	0	300
Construcción	0	0	526	788	0	0	0	0	0	0	1,314
Equipo	0	0	0	808	0	0	0	0	0	0	808
total	162	90	562	1,635	0	0	0	0	0	0	2,449
O&M	0	0	0	0	56	56	56	56	56	56	336
Total	162	90	562	1,635	56	56	56	56	56	56	2,785
Total de residuos sólidos municipales											
Inversión											
Adquisición de terreno	27	469	0	0	0	30	0	0	0	0	526
Diseño y supervisión	239	223	163	212	42	51	0	8	0	60	998
Construcción	0	0	2,605	1,942	0	0	235	0	0	0	4,782
Equipo	0	0	1,150	3,348	0	0	964	149	0	1,193	6,804
Total	266	692	3,918	5,502	42	81	1,199	157	0	1,253	13,110
O&M	0	0	0	312	1,068	1,094	1,117	1,292	1,315	1,334	7,532
Total	266	692	3,918	5,814	1,110	1,175	2,316	1,449	1,315	2,587	20,642
Tratamiento de residuos hospitalarios											
Inversión											
Adquisición de terreno		105									105
Diseño y supervisión	468	572									1,040
Construcción			284								284
Equipo			1,366							84	1,450
Total	468	677	1,650	0	0	0	0	0	0	84	2,879
O&M	0	0	0	202	202	202	202	202	202	202	1,414
Total	468	677	1,650	202	202	202	202	202	202	286	4,293
Total municipal & hospitalario											
Inversión											
Adquisición de terreno	27	574	0	0	0	30	0	0	0	0	631
Diseño y supervisión	707	795	163	212	42	51	0	8	0	60	2,038
Construcción	0	0	2,889	1,942	0	0	235	0	0	0	5,066
Equipo	0	0	2,516	3,348	0	0	964	149	0	1,277	8,254
total	734	1,369	5,568	5,502	42	81	1,199	157	0	1,337	15,989
O&M	0	0	0	514	1,270	1,296	1,319	1,494	1,517	1,536	8,946
Total	734	1,369	5,568	6,016	1,312	1,377	2,518	1,651	1,517	2,873	24,935

8.3.2.2 Sistema de Manejo Individual

a. Almacenamiento

Se muestra a continuación el costo estimado para el sistema de recolección mediante contenedor.

Población meta: 5% de la población total⁶

Contenedor: tipo metálico, 2m³

Mantenimiento: 3% de inversión anual

⁶ De acuerdo con el SOP del IUDOP de la UCA, la población marginal representa 13% del global de población. El sistema de recolección mediante contenedores está enfocado para un 40% de la población marginal, es decir, 5% del total de la población (13% x 40% = 5%).

Cuadro 8-43: Costo del Sistema de Recolección Mediante Contenedores

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
San Salvador												
No. requerido de contenedores	Unid	221	230	239	248	257	266	275	284	291	300	-
Contenedores operables	Unid	92	221	138	239	248	257	266	146	275	190	-
Compra de contenedores	Unid	129	9	101	9	9	9	9	138	16	110	539
Costo de inversión	US\$	112,243	7,831	87,880	7,831	7,831	7,831	7,831	120,074	13,922	95,711	468,985
Costo de O&M	US\$	5,769	6,004	6,239	6,474	6,709	6,944	7,179	7,413	7,596	7,831	68,158
Costo total	US\$	118,012	13,835	94,119	14,305	14,540	14,775	15,010	127,487	21,518	103,542	537,143
Mejicanos												
No. requerido de contenedores	Unid	33	33	35	36	36	38	38	39	41	41	-
Contenedores operables	Unid	8	33	25	35	36	36	38	13	39	31	-
Compra de contenedores	Unid	25	0	10	1	0	2	0	26	2	10	76
Costo de inversión	US\$	21,753	0	8,701	870	0	1,740	0	22,623	1,740	8,701	66,128
Costo de O&M	US\$	861	861	914	940	940	992	992	1,018	1,070	1,070	9,658
Costo total	US\$	22,614	861	9,615	1,810	940	2,732	992	23,641	2,810	9,771	75,786
Ciudad Delgado												
No. requerido de contenedores	Unid	14	15	15	15	17	17	17	17	18	18	-
Contenedores operables	Unid	7	14	8	15	15	17	17	10	16	11	-
Compra de contenedores	Unid	7	1	7	0	2	0	0	7	2	7	33
Costo de inversión	US\$	6,091	870	6,091	0	1,740	0	0	6,091	1,740	6,091	28,714
Costo de O&M	US\$	365	392	392	392	444	444	444	444	470	470	4,257
Costo total	US\$	6,456	1,262	6,483	392	2,184	444	444	6,535	2,210	6,561	32,971
Cuscatancingo												
No. requerido de contenedores	Unid	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	-
Contenedores operables	Unid	6	12	6	14	14	14	14	8	15	7	-
Compra de contenedores	Unid	6	0	8	0	0	0	0	7	0	8	29
Costo de inversión	US\$	5,221	0	6,961	0	0	0	0	6,091	0	6,961	25,234
Costo de O&M	US\$	313	313	365	365	365	365	365	392	392	392	3,627
Costo total	US\$	5,534	313	7,326	365	365	365	365	6,483	392	7,353	28,861
Ayutuxtepeque												
No. requerido de contenedores	Unid	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	-
Contenedores operables	Unid	8	8	0	5	5	6	6	6	6	1	-
Compra de contenedores	Unid	0	0	5	0	1	0	0	0	0	5	11
Costo de inversión	US\$	0	0	4,351	0	870	0	0	0	0	4,351	9,572
Costo de O&M	US\$	131	131	131	131	157	157	157	157	157	157	1,466
Costo total	US\$	131	131	4,482	131	1,027	157	157	157	157	4,508	11,038
San Marcos												
No. requerido de contenedores	Unid	15	15	15	17	17	17	17	18	18	18	-
Contenedores operables	Unid	6	15	9	15	17	17	17	8	18	12	-
Compra de contenedores	Unid	9	0	6	2	0	0	0	10	0	6	33
Costo de inversión	US\$	7,831	0	5,221	1,740	0	0	0	8,701	0	5,221	28,714
Costo de O&M	US\$	392	392	392	444	444	444	444	470	470	470	4,362
Costo total	US\$	8,223	392	5,613	2,184	444	444	444	9,171	470	5,691	33,076
Nueva San Salvador												
No. requerido de contenedores	Unid	39	41	42	44	45	45	47	48	50	50	-
Contenedores operables	Unid	28	39	13	42	44	45	45	36	46	21	-
Compra de contenedores	Unid	11	2	29	2	1	0	2	12	4	29	92
Costo de inversión	US\$	9,571	1,740	25,233	1,740	870	0	1,740	10,441	3,480	25,233	80,048
Costo de O&M	US\$	1,018	1,070	1,096	1,148	1,175	1,175	1,227	1,253	1,305	1,305	11,772
Costo total	US\$	10,589	2,810	26,329	2,888	2,045	1,175	2,967	11,694	4,785	26,538	91,820
Antiguo Cuscatlán												
No. requerido de contenedores	Unid	20	20	21	21	23	23	24	24	26	26	-
Contenedores operables	Unid	2	20	18	21	21	23	23	6	24	23	-
Compra de contenedores	Unid	18	0	3	0	2	0	1	18	2	3	47
Costo de inversión	US\$	15,662	0	2,610	0	1,740	0	870	15,662	1,740	2,610	40,894
Costo de O&M	US\$	522	522	548	548	600	600	626	626	679	679	5,950
Costo total	US\$	16,184	522	3,158	548	2,340	600	1,496	16,288	2,419	3,289	46,844

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Soyapango												
No. requerido de contenedores	Unid	60	63	65	68	69	72	74	77	78	80	-
Contenedores operables	Unid	29	60	34	65	68	69	72	43	74	47	-
Compra de contenedores	Unid	31	3	31	3	1	3	2	34	4	33	145
Costo de inversión	US\$	26,973	2,610	26,973	2,610	870	2,610	1,740	29,583	3,480	28,713	126,162
Costo de O&M	US\$	1,566	1,644	1,697	1,775	1,801	1,879	1,931	2,010	2,036	2,088	18,427
Costo total	US\$	28,539	4,254	28,670	4,385	2,671	4,489	3,671	31,593	5,516	30,801	144,589
Ilopango												
No. requerido de contenedores	Unid	20	21	21	21	23	23	24	24	24	26	-
Contenedores operables	Unid	6	20	15	21	21	23	23	10	23	18	-
Compra de contenedores	Unid	14	1	6	0	2	0	1	14	1	8	47
Costo de inversión	US\$	12,181	870	5,221	0	1,740	0	870	12,181	870	6,961	40,894
Costo de O&M	US\$	522	548	548	548	600	600	626	626	626	679	5,923
Costo total	US\$	12,703	1,418	5,769	548	2,340	600	1,496	12,807	1,496	7,640	46,817
San Martín												
No. requerido de contenedores	Unid	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	-
Contenedores operables	Unid	0	12	12	12	12	12	14	2	14	14	-
Compra de contenedores	Unid	12	0	0	0	0	2	0	12	0	0	26
Costo de inversión	US\$	10,441	0	0	0	0	1,740	0	10,441	0	0	22,622
Costo de O&M	US\$	313	313	313	313	313	365	365	365	365	365	3,390
Costo total	US\$	10,754	313	313	313	313	2,105	365	10,806	365	365	26,012
Apopa												
No. requerido de contenedores	Unid	21	23	23	23	24	24	26	26	26	27	-
Contenedores operables	Unid	19	21	4	23	23	24	24	24	24	7	-
Compra de contenedores	Unid	2	2	19	0	1	0	2	2	2	20	50
Costo de inversión	US\$	1,740	1,740	16,532	0	870	0	1,740	1,740	1,740	17,402	43,504
Costo de O&M	US\$	548	600	600	600	626	626	679	679	679	705	6,342
Costo total	US\$	2,288	2,340	17,132	600	1,496	626	2,419	2,419	2,419	18,107	49,846
Nejapa												
No. requerido de contenedores	Unid	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
Contenedores operables	Unid	0	2	3	3	3	3	3	1	2	3	-
Compra de contenedores	Unid	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	6
Costo de inversión	US\$	1,740	870	0	0	0	0	0	1,740	870	0	5,220
Costo de O&M	US\$	52	78	78	78	78	78	78	78	78	78	754
Costo total	US\$	1,792	948	78	78	78	78	78	1,818	948	78	5,974
Tonacatepeque												
No. requerido de contenedores	Unid	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	-
Contenedores operables	Unid	0	11	11	11	11	11	11	1	12	12	-
Compra de contenedores	Unid	11	0	0	0	0	0	1	11	0	0	23
Costo de inversión	US\$	9,571	0	0	0	0	0	870	9,571	0	0	20,012
Costo de O&M	US\$	287	287	287	287	287	287	313	313	313	313	2,974
Costo total	US\$	9,858	287	287	287	287	287	1,183	9,884	313	313	22,986
Costo total												
No. requerido de contenedores	Unid	485	504	521	538	557	573	591	607	622	636	-
Contenedores operables	Unid	211	488	296	521	538	557	573	314	588	397	-
Compra de contenedores	Unid	277	19	225	17	19	16	18	293	34	239	1,157
Costo de inversión	US\$	241,018	16,531	195,774	14,791	16,531	13,921	15,661	254,939	29,582	207,955	1,006,703
Costo de O&M	US\$	12,659	13,155	13,600	14,043	14,539	14,956	15,426	15,844	16,236	16,602	147,060
Costo total	US\$	253,677	29,686	209,374	28,834	31,070	28,877	31,087	270,783	45,818	224,557	1,153,763

b. Recolección

Se estima el costo requerido para la recolección con base en las siguientes condiciones.

- Los compactados de 18yd³ cubren 85% del total de cantidad recolectada, y los compactados de 11yd³ abarcan 15%.
- 10 % de la eficiencia en la recolección se eleva mediante la optimización de

las rutas de recolección; es decir:

Compactador de 18yd³: 2.621 ton/hora → 2.883 ton/hora

Compactador de 11yd³: 1.998 ton/hora → 2.198 ton/hora

- Se determina el número de viajes mediante las distancias de cada municipio respectivo a su destino correspondiente como la E/T-1, E/T-2, el R/S de Nejapa y el R/S de Tonacatepeque.

Cuadro 8-44: Número de Vehículos de Recolección

Unidad: núm.

Año		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
San Salvador												
No. requerido de vehículos	18yd ³	55	56	59	56	47	48	49	50	53	54	
	11yd ³	12	13	14	13	11	11	11	12	12	12	
Vehículos operables	18yd ³	36	44	8	45	45	47	48	41	50	16	
	11yd ³	5	11	6	11	11	11	11	5	12	7	
Adquisición de vehículos	18yd ³	8	0	37	0	2	1	1	9	3	38	99
	11yd ³	6	0	5	0	0	0	0	7	0	5	23
Mejicanos												
No. requerido de vehículos	18yd ³	7	7	8	8	6	6	6	7	7	7	
	11yd ³	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	
Vehículos operables	18yd ³	5	6	1	6	6	6	6	5	7	2	
	11yd ³	2	2	0	1	1	1	2	2	2	1	
Adquisición de vehículos	18yd ³	1	0	5	0	0	0	0	2	0	5	13
	11yd ³	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3
Ciudad Delgado												
No. requerido de vehículos	18yd ³	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	5	5	0	3	3	4	4	4	4	1	
	11yd ³	2	2	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	7
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Cuscatancingo												
No. requerido de vehículos	18yd ³	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	3	2	0	2	2	2	2	3	3	1	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	5
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Ayutuxtepeque												
No. requerido de vehículos	18yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vehículos operables	18yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Marcos												
No. requerido de vehículos	18yd ³	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3	
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	2	3	1	3	3	3	3	2	3	1	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	1	0	2	0	0	0	0	1	0	2	6
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Nueva San Salvador												
No. requerido de vehículos	18yd ³	11	11	12	7	8	8	8	8	8	9	
	11yd ³	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	
Vehículos operables	18yd ³	4	7	3	7	7	8	8	5	8	4	
	11yd ³	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	
Adquisición de vehículos	18yd ³	3	0	4	0	1	0	0	3	0	5	16
	11yd ³	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	4

Año		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Antiguo Cuscatlán												
No. requerido de vehículos	18yd ³	5	5	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vehículos operables	18yd ³	1	4	3	4	4	4	4	1	4	3	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	3	0	1	0	0	0	0	3	0	1	8
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Soyapango												
No. requerido de vehículos	18yd ³	15	16	16	17	12	12	12	13	13	13	
	11yd ³	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
Vehículos operables	18yd ³	10	12	2	12	12	12	12	10	13	3	
	11yd ³	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	2	0	10	0	0	0	0	3	0	10	25
	11yd ³	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	6
Ilopango												
No. requerido de vehículos	18yd ³	6	6	6	6	4	4	4	4	4	5	
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	9
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
San Martín												
No. requerido de vehículos	18yd ³	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
	11yd ³	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	3	3	0	2	2	3	3	3	3	1	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	5
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Apopa												
No. requerido de vehículos	18yd ³	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	
	11yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	4	4	0	4	4	4	5	5	5	1	
	11yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	4	0	0	1	0	0	0	4	9
	11yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Nejapa												
No. requerido de vehículos	18yd ³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vehículos operables	18yd ³	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
	11yd ³	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tonacatepeque												
No. requerido de vehículos	18yd ³	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Vehículos operables	18yd ³	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Adquisición de vehículos	18yd ³	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4
	11yd ³	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total												
No. requerido de vehículos	18yd ³	119	121	128	120	101	103	105	108	111	114	
	11yd ³	27	28	30	28	24	25	25	27	27	27	
Vehículos operables	18yd ³	81	98	18	96	96	101	103	87	108	33	
	11yd ³	20	27	7	24	24	24	25	18	27	10	
Adquisición de vehículos	18yd ³	18	0	78	0	5	2	2	21	3	81	210
	11yd ³	7	0	17	0	0	1	0	9	0	17	51

Cuadro 8-45: Costo de Recolección

Unidad: US\$ 1,000

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
San Salvador											
Inversión	1,253	0	4,013	0	196	98	98	1,430	294	4,111	11,493
O&M	2,506	2,598	2,706	2,571	2,022	2,093	2,157	2,229	2,307	2,368	23,557
total	3,759	2,598	6,719	2,571	2,218	2,191	2,255	3,659	2,601	6,479	35,050
Mejicanos											
Inversión	98	0	568	0	0	78	0	196	0	568	1,508
O&M	326	333	344	352	261	271	275	282	289	296	3,029
total	424	333	912	352	261	349	275	478	289	864	4,537
Ciudad Delgado											
Inversión	0	0	372	0	98	0	0	0	0	372	842
O&M	139	143	150	153	157	161	165	168	172	175	1,583
Total	139	143	522	153	255	161	165	168	172	547	2,425
Cuscatancingo											
Inversión	0	0	274	0	0	0	98	0	0	274	646
O&M	147	158	158	166	105	105	109	109	112	116	1,285
total	147	158	432	166	105	105	207	109	112	390	1,931
Ayutuxtepeque											
Inversión	0	0	98	0	0	0	0	0	0	98	196
O&M	44	44	51	51	51	55	55	55	55	58	519
total	44	44	149	51	51	55	55	55	55	156	715
San Marcos											
Inversión	98	0	274	0	0	0	0	98	0	274	744
O&M	198	205	209	217	123	126	130	133	133	137	1,611
total	296	205	483	217	123	126	130	231	133	411	2,355
Nueva San Salvador											
Inversión	372	0	470	0	98	0	0	372	0	568	1,880
O&M	501	520	532	318	328	336	346	353	360	370	3,964
total	873	520	1,002	318	426	336	346	725	360	938	5,844
Antiguo Cuscatlán											
Inversión	294	0	176	0	0	0	0	294	0	176	940
O&M	245	252	260	148	152	158	162	165	169	179	1,890
total	539	252	436	148	152	158	162	459	169	355	2,830
Soyapango											
Inversión	196	0	1,214	0	0	0	0	294	0	1,214	2,918
O&M	698	725	754	777	492	503	520	538	551	568	6,126
total	894	725	1,968	777	492	503	520	832	551	1,782	9,044
Ilopango											
Inversión	0	0	470	0	0	0	0	0	0	568	1,038
O&M	256	260	268	279	173	176	183	187	190	194	2,166
total	256	260	738	279	173	176	183	187	190	762	3,204
San Martín											
Inversión	0	0	274	0	98	0	0	0	0	274	646
O&M	76	79	82	86	112	115	119	119	126	130	1,044
Total	76	79	356	86	210	115	119	119	126	404	1,690
Apopa											
Inversión	0	0	470	0	0	98	0	0	0	470	1,038
O&M	170	174	180	188	192	195	202	206	209	213	1,929
total	170	174	650	188	192	293	202	206	209	683	2,967
Nejapa											
Inversión	0	0	98	0	0	0	0	0	0	98	196
O&M	17	17	17	17	17	17	21	21	21	21	186
total	17	17	115	17	17	17	21	21	21	119	382

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Tonacatepeque											
Inversión	0	0	196	0	0	0	0	78	0	196	470
O&M	69	69	72	72	76	80	80	87	87	87	779
total	69	69	268	72	76	80	80	165	87	283	1,249
Total											
Inversión	2,311	0	8,967	0	490	274	196	2,762	294	9,261	24,555
O&M	5,392	5,577	5,783	5,395	4,261	4,391	4,524	4,652	4,781	4,912	49,668
Total	7,703	5,577	14,750	5,395	4,751	4,665	4,720	7,414	5,075	14,173	74,223

c. Barrido de Calles

Se estima el costo requerido para el barrido de calles con base en las siguientes condiciones.

- El barrido es básicamente manual, sólo San Salvador en la actualidad emplea barredoras mecánicas.
- La distancia de calle cubierta mediante el barrido no cambia en la actualidad.
- Los barrenderos de calles son empleados de manera apropiada, es decir, 1km/barredor.

Cuadro 8-46: Costo de Barrido de Calles (Barrido Manual)

Unidad: US\$/año

	Longitud (km)	No. de empleados	total personal (US\$)	No. de carretones*	total carretón (US\$)	Total (US\$)	Total (US\$ 1,000)
San Salvador	269.5	299	1,127,798	59.8	4,192	1,131,990	1,132
Mejicanos	29.1	32	120,701	6.4	448	121,149	121
Ciudad Delgado	15.0	17	64,122	3.4	238	64,360	64
Cuscatancingo	9.0	10	37,719	2.0	140	37,859	38
Ayutuxtepeque	2.7	3	11,316	0.6	42	11,358	11
San Marcos	7.0	8	30,175	1.6	112	30,287	30
Nueva San Salvador	43.1	48	181,051	9.6	673	181,724	182
Antiguo Cuscatlán	51.6	57	214,998	11.4	799	215,797	216
Soyapango	12.6	14	52,807	2.8	197	53,004	53
Ilopango	1.8	2	7,544	0.4	28	7,572	8
San Martín	1.7	2	7,544	0.4	28	7,572	8
Apopa	5.6	6	22,631	1.2	84	22,715	23
Nejapa	0.7	1	3,772	0.2	14	3,786	4
Tonacatepeque	3.2	4	15,088	0.8	56	15,144	15
Total	452.6	503	1,897,266	100.6	7,052	1,904,318	1,905

Nota: * Número de carretones que deben ser comprados cada año.

Cuadro 8-47: Costo de Barrido Mecánico (sólo en San Salvador)

Unidad: US\$ 1,000

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
No. de vehículos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
No. de adquisiciones			2		3					2	7
Inversión	0	0	258	0	387	0	0	0	0	258	903
O&M	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	910
Total	91	91	349	91	478	91	91	91	91	349	1,813

8.4 Evaluación del Plan Maestro

8.4.1 Evaluación Técnica

El P/M propone lo siguiente para el sistema de manejo regional:

- Estaciones de transferencia y transporte con tractocamión;
- Una planta de selección;
- Relleno sanitario de Tonacatepeque; y
- Planta de incineración de residuos hospitalarios.

Por otro lado, se postula lo siguiente para el sistema individual de MRS municipal:

- Introducción gradual de la recolección separada;
- Ampliación de la cobertura del servicio de recolección; e
- Implementación de la disposición final en los rellenos sanitarios.

a. Sistema Regional

a.1 Estaciones de Transferencia y Transporte con Tractocamión (E/T&T)

El sistema de E/T&T permite que los residuos recolectados con los vehículos de recolección sean transferidos a tractocamiones de gran capacidad y llevados a su destino respectivo. Se considera que la tecnología de este sistema de E/T&T es convencional y por ende puede ser aplicado en el AMSS con las tecnologías disponibles en la actualidad en el país, y/o mediante la admisión de ciertas técnicas de otros países a precios competitivos.

Sin embargo, se debe poner atención al hecho de que ésta será la primera experiencia para El Salvador en implementar dicho sistema para la transferencia de RS municipales. Por ello, se vuelve necesaria una cuidadosa planificación en este sentido. El P/M propone que primero se construya y opere la E/T de 350ton/día T/S con transporte de tractocamión en el año 2004, y la experiencia obtenida de la misma, utilizarla para la construcción y operación de la E/T más grande (capacidad de 900ton/día) a partir del año 2005.

Por otra parte, también se considera que El Salvador cuenta con suficiente experiencia técnica para implementar actividades confiables de operación y

mantenimiento mediante su propio esfuerzo. Igualmente, se juzga que la construcción, operación y mantenimiento del sistema de E/T&T es factible desde puntos de vista técnicos.

a.2 Planta de Selección (S/P)

EL objetivo principal de la planta de selección (PS) es lograr la “conservación de recursos”, que es una de las metas del P/M, alcanzando una gran eficiencia en las actividades de recuperación de materiales. Por ello, el Estudio propone el sistema de reciclaje (sistema de PS para la recolección separada) cuya meta es un nivel alto de recuperación de recursos, y cuyo concepto de sistema técnico difiere de aquel de la PS propuesta por MIDES.

La propuesta de Estudio, apoyada en experiencias y tendencias internacionales, sugiere que las prácticas actuales de reciclaje en las que los empleados de recolección y/o pepenadores recuperan reciclables a partir de residuos mixtos se reduciría gradualmente, y por otro lado se incrementaría la “recuperación de recursos a partir de la recolección separada”, especialmente cuando crezca la economía. Por ello, el P/M no está de acuerdo con la introducción de una PS que propone MIDES, la cual recibiría en un futuro cercano residuos mixtos. El P/M propone la construcción y operación de la PS alrededor del año 2008, cuando los 14 municipios introduzcan las actividades de recolección separada.

La PS que propone el P/M consiste de elementos como la banda de alimentación, separador magnético, banda de selección manual, etc. que podría ser construida, operada y con mantenimiento basado en los apoyos técnicos disponibles localmente, así como en la incorporación de ciertas técnicas internacionales a precios competitivos. Las tecnologías requeridas para esta PS están disponibles y son convencionales.

a.3 Sitio de Disposición Final de Tonacatepeque

Ya que se publicó el “Reglamento Especial sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos” el 1o. de junio del 2000, es necesario contar con sitios de disposición final que cumplan con esta regulación. El sitio de disposición final de MIDES en Nejapa fue construido en 1999 y desde entonces opera en el AMSS. Por ello, se considera que se pueden cumplir los requisitos técnicos para el sitio de disposición final de Tonacatepeque mediante las tecnologías con que cuentan y han llevado a cabo los salvadoreños, conjuntamente con algunas incorporaciones técnicas de otros países.

Respecto a aspectos de O&M del relleno sanitario, se considera que los salvadoreños cuentan con la capacidad para operar y dar mantenimiento al R/S con sus propios recursos haciendo referencia a la actual O&M del RS/ de MIDES en Nejapa y/o a otros casos foráneos de R/S.

a.4 Incinerador de Residuos Hospitalarios

La construcción, operación y mantenimiento de un incinerador de residuos hospitalarios requiere de una tecnología bastante avanzada, la que desafortunadamente no existe en El Salvador. Por ello, para su construcción, operación y mantenimiento se necesita importar tecnología extranjera.

De igual manera, el P/M propone seguir un período de tres años de preparación: este permitirá a la autoridad salvadoreña correspondiente analizar e investigar cómo

procurar dicha tecnología a precios competitivos y que tal tecnología se afiance en el país. En consecuencia, el P/M recomienda se inicie la operación del incinerador de residuos hospitalarios a partir del año 2004.

b. Sistema Individual

b.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento

Respecto al sistema de descarga y almacenamiento, el P/M propone el mejoramiento gradual de lo siguiente:

- Paso 1 “mejoramiento de las condiciones de higiene de las áreas de descarga”;
- Paso 2 “implementación de proyectos piloto para la recolección separada”;
y
- Paso 3 “implementación de la recolección separada”.

En vista de los requerimientos técnicos, se considera que se pueden alcanzar los pasos mediante las prácticas técnicas existentes en el AMSS. Serán importantes los planes para implementarlos de manera gradual.

b.2 Recolección

El principio básico del P/M para el componente de recolección es: optimizar la eficiencia de los trabajos de recolección con base en las tecnologías actuales; y el mejoramiento obtenido en la capacidad de recolección debe aplicarse para ampliar los servicios de recolección.

Esta optimización de la eficiencia en recolección puede lograrse mediante los esfuerzos salvadoreños si se utiliza el “Manual de Optimización de Rutas de Recolección” que se produjo en el Estudio para las prácticas de optimización de sus rutas.

b.3 Disposición Final

El sitio de disposición final que actualmente cumple con la reciente legislación ambiental es el R/S de MIDES en Nejapa y que utilizan 10 municipios. Por otro lado, se sabe que las alcaldías de Cuscatancingo y Antiguo Cuscatlán utilizarán el nuevo R/S de la ESPIGA que será construido supuestamente en un futuro cercano. Es por ello que el Equipo realizó el diseño conceptual y estimación de costos del relleno sanitario de Tonacatepeque, en respuesta a la solicitud hecha por el OPAMSS/COAMSS, y que será utilizado por los municipios de Tonacatepeque y San Martín.

Cuando se construyan estos dos nuevos R/S en un futuro cercano, el AMSS contará con 3 R/S en total que cumplan con la legislación ambiental. Esto en consecuencia contribuirá a la conservación ambiental en el AMSS. Es más, elevará el factor técnico de seguridad del manejo de la disposición final en el AMSS, y que podrá enfrentar casos de emergencia y accidentes.