

EL ESTUDIO
SOBRE
EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
EN
EL AREA METROPOLITANA DE ASUNCION

INFORME FINAL
VOLUMEN I(S)
RESUMEN EJECUTIVO

AGOSTO 1994

KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.

SSS
JR
94-084

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y BIENESTAR SOCIAL
LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

**EL ESTUDIO
SOBRE
EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
EN
EL AREA METROPOLITANA DE ASUNCION**

**INFORME FINAL
VOLUMEN I(S)
RESUMEN EJECUTIVO**

 LIBRARY



1118721181

AGOSTO 1994

KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.



En este informe, los costos de proyecto son estimados a precios de Febrero 1994 y a tipos de cambio de 1 US\$ = ¥ 106.41 = 1,880.50 Gs.

PREFACIO

Respondiendo a la petición del Gobierno de la República del Paraguay, el Gobierno del Japón decidió realizar un plan maestro y estudio de viabilidad sobre el Manejo de Residuos Sólidos en el Area Metropolitana de Asunción en la República del Paraguay y confió el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Paraguay un equipo de estudio liderado por el Sr. Takao Yoshida, Kokusai Kogyo Co., Ltd. cuatro veces entre Junio de 1993 y Junio de 1994.

El equipo mantuvo discusiones con los funcionarios involucrados del Gobierno del Paraguay, y realizó investigaciones de campo en el área de estudio. Después de su retorno al Japón, el equipo realizó estudios adicionales y preparó el presente informe.

Espero que este informe contribuirá a la promoción del proyecto y al engrandecimiento de las relaciones de amistad entre nuestros dos países.

Quisiera expresar mi más sincera apreciación hacia los funcionarios involucrados del Gobierno de la República del Paraguay por la estrecha cooperación extendida al equipo.

Agosto 1994



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Agosto 1994

Sr. Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Tokio, Japón

Estimado Sr. Fujita,

Carta de Transmisión

Nos complace presentarle el informe de estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para el Area Metropolitana de Asunción, Paraguay. Este estudio contiene los planes maestros hasta el 2006 y los estudios de viabilidad sobre los proyectos prioritarios.

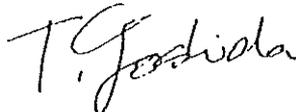
Los planes maestros de MRSM fueron formulados para 15 municipalidades en el área de estudio basándose en sus objetivos individuales y los sistemas técnicos óptimos que principalmente constan de sitios de relleno intermunicipales.

Los estudios de viabilidad fueron ejecutados para los tres proyectos prioritarios que comprendían el mejoramiento del sistema de recolección para 15 municipalidades, construcción del sitio de disposición intermunicipal de Chaco-i y estación de transferencia. Este estudio concluyó que la ejecución de los proyectos prioritarios por la agencia ejecutora propuesta, AMUAM, apoyada por un préstamo blando o donación era adecuado.

Quisiéramos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestra más sincera gratitud hacia su Agencia, el Ministerio de Asuntos Exteriores y el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Por la parte paraguaya, también nos gustaría transmitir nuestro más sincero agradecimiento al Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, AMUAM, 15 municipalidades del área de estudio, la Embajada del Japón en la República del Paraguay y la oficina de JICA en la República del Paraguay.

Finalmente, esperamos que este informe sea utilizado efectivamente para la ejecución del proyecto.

Respetuosamente,



Takao Yoshida

Líder de Equipo

El Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos en
el Area Metropolitana de Asunción

*El Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos
en
el Area Metropolitana de Asunción*

BREVE RESUMEN

1. Plan Maestro de MRSM

1.1 Objetivo

El objetivo del Plan Maestro de MRSM es el "*Desarrollo y Realización de un Entorno Bello y Limpio en el Area Metropolitana de Asunción hacia el Siglo 21*". Esto se conseguirá a través de la *Participación Ciudadana y el Establecimiento de un Manejo de Residuos Sólidos Autosostenible*.

1.2 Actual MRSM y Prioridad de Proyectos de Mejoramiento

En base al estudio sobre el actual MRSM (Manejo de Residuos Sólidos Municipales) en las 15 municipalidades, se llegó a las siguientes conclusiones en cuanto a la prioridad de mejoramiento del MRSM.

- En todos los aspectos, los sistemas técnicos actuales de las 14 municipalidades aparte de Asunción son muy pobres y hay algunas municipalidades que ni tienen un servicio de limpieza. Por consiguiente, la prioridad principal del mejoramiento del MRSM debería ser el establecimiento del sistema técnico básico de MRSM que consiste en servicios de recolección, barrido de calles y disposición final.
- La segunda prioridad debería ser la adquisición de un futuro relleno para las Municipalidades de Asunción y F.Mora en su jurisdicción, lo cual es muy difícil de conseguir, excepto en el área del cauce del Río Paraguay, un río internacional.
- Como la introducción de una planta de reciclaje y/o de recuperación de recursos requerirá una carga financiera sobre los gobiernos locales, la reducción y recuperación de recursos de residuos sólidos deberá ser realizada después de establecer el sistema técnico básico de MRSM arriba mencionado.

1.3 Metas

Basándose en las premisas arriba mencionadas, las metas de los servicios de recolección, barrido de calles y disposición final para las 15 municipalidades son establecidas de la siguiente forma:

Municipalidad	Servicios	Cobertura de Recolección Índice(%)			Barrido de Calles Distancia(km)			Relleno Sanitario Nivel		
		1994	2000	2006	1994	2000	2006	1994	2000	2006
I.M.A.U	1-1 Asunción	83	100	100	264	300	300	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3
	1-2 P.Mora	64	85	100	2	20	40	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3
2.M.U	2-1 M.R.Alonso	16	45	70	0	6	10	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
	2-2 Luque	23	45	70	28	40	60	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-3 Capatá	15	45	70	0	6	12	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
	2-4 San Lorenzo	16	45	70	6	21	32	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-5 Lambaré	61	80	100	6	17	25	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-6 Villa Elisa	46	65	85	0	9	20	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
3.M.P.U	3-1 Nemby	7	45	70	0	3	12	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-2 J.A.Saldivar	0	25	50	0	1	2	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-3 Itá	18	45	70	6	10	15	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-4 Areguá	0	25	50	2	5	10	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-5 Limpio	1	25	50	1	3	8	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-6 Villa Hayes	10	45	70	0	5	9	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-7 B.Aceval	0	25	50	0	6	11	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2

1.4 El Plan Maestro

Las investigaciones de campo sobre los 13 sitios potenciales de disposición intermunicipal presentados por el lado paraguayo fueron ejecutadas, examinando su adecuación desde puntos de vista técnicos, ambientales y sociales. Los resultados indicaron que 11 de los sitios potenciales aparte de los dos sitios del Chaco (Parte norte del Area de Estudio) no eran apropiados debido a la incertidumbre sobre la obtención del consenso vecinal, etc. En cuanto a las municipalidades al sur del Area de Estudio, a pesar de que no se identificaron sitios potenciales, rellenos intermunicipales a 15 km de su centro urbano fueron propuestos como alternativas para sus sitios de disposición final.

En total, 62 sistemas alternativos para MRSM en las 15 municipalidades fueron cuidadosamente examinados. La conclusión fue que las siguientes alternativas eran los sistemas técnicos óptimos.

- Para las Municipalidades de Asunción y F.Mora:
Disposición intermunicipal en el relleno sanitario de Chaco-i con una estación de transferencia.
- Para las Municipalidades de M.R.Alonso, Limpio, Villa Hayes y B.Accval:
Disposición intermunicipal en el relleno sanitario de Chaco-i sin estación de transferencia.
- Para las Municipalidades de Lambaré, San Lorenzo, Capiatá, Luque, Villa Elisa, Nemby, J.A.Saldivar, Itá y Areguá:
Disposición intermunicipal en un relleno sanitario a 15 km del centro del área urbana de cada municipalidad.

1.5 Selección de los Proyectos Prioritarios

Con la discusión de la parte paraguaya en lo referente al Plan Macstro propuesto, se llegó a la conclusión de que los siguientes proyectos serían los Proyectos Prioritarios a ser ejecutados para el año 2000.

- Mejoramiento de los sistemas de recolección para 15 municipalidades;
- Construcción del sitio de disposición intermunicipal en Chaco-i; y
- Construcción de la estación de transferencia en AML (Avda.Madame Lynch).

2. Proyectos Prioritarios

Los contenidos y costos de inversión de los Proyectos Prioritarios pueden verse en el siguiente cuadro.

Proyecto	Organismos Ejecutores	Descripción	Cantidad Total mill.Gs	Porción Local mill.Gs	Porción Extranjera a 1,000 USD
Mejora Recolección	Munic. de Asunción	Monto del Proyecto Contenido - Adquisición de camiones recolectores, contenedores y maquinarias para el taller existente.	8,585	303	4,565
	AMUAM	Suma Total del Proyecto	20,798	2,997	9,466
		[Mejoramiento Recolección] Monto del Proyecto Contenido - Adquisición de camiones recolectores y contenedores	11,901	5	6,325
		[Taller] Monto del Proyecto Contenido - Adquisición terreno: 1 ha - Construcción de un taller . Superficie: 800 m ² . Adquisición equipo taller	1,781	813	515
		[Sitio de Disposición no Identificado] Monto del Proyecto Contenido - Adquisición terreno: 100 ha - Construcción de un sitio de disposición . Capacidad: 800,000 m ³ . Vida útil diseñada Fase 1: 4 años . Area del relleno: aprox. 25 ha . Nivel meta de operación: Nivel 2 . Instalaciones: Oficina, almacén, nave para camiones, cerca, puerta, estacionamiento, etc. - Adquisición de equipo para operación de relleno	7,116	2,179	2,626
Transfer. y Transporte	AMUAM	Monto de Proyecto Contenido - Construcción de estación transferencia . Estructura RC, edificio dos plantas . Capacidad y sistema transferencia . Sistema recarga directa: 15 ton/hora . Sistema recarga indirecta: 110ton/hora - Adquisición trailers abiertos/cerrados	9,824	2,411	3,942
Sitio de Disposición de Chaco-i	AMUAM	Monto de Proyecto Contenido - Adquisición terreno: 200 ha - Construcción sitio disposición final . Capacidad: 1,600,000 m ³ . Vida útil diseñada Fase 1: 4 años . Area desarrollo sitio: approx.100 ha . Nivel meta operación: Nivel 3 . Instalaciones: oficina, almacén, nave para camiones, cerca, portón, estacionamiento, etc. - Adquisición equipo operación relleno	10,270	2,931	3,902
Suma Total del Proyecto			49,477	8,642	21,872

3. Evaluación Económica y Financiera del Proyecto Prioritario

3.1 Evaluación Financiera

La evaluación financiera fue ejecutada considerando toda la operación, es decir, ingresos y egresos para el mejoramiento de la recolección de residuos sólidos, estación de transferencia y disposición final (Relleno Sanitario), asumiendo que AMUAM y Asunción son las dos agencias ejecutoras. Además, la viabilidad financiera de la estación de transferencia y el sitio de disposición final fue probada por separado.

Las tasas internas de retorno financieras (FIRR) resultantes fueron las siguientes: AMUAM 10.67%, Asunción 56.95%, estación de transferencia 5.10%, y la disposición final 14.23%. Los anteriores valores de FIRR muestran la viabilidad de AMUAM y Asunción como agencias ejecutoras, así como la viabilidad financiera de la estación de transferencia y la disposición final, de acuerdo con los criterios de viabilidad asumidos para utilidades públicas de FIRR mayor del 3%.

En Asunción, los cobros a los usuarios y la densidad de población son más altos que los del resto del Area Metropolitana, resultando en valores más elevados de FIRR que los de AMUAM. Otro factor que contribuye a un FIRR elevado en Asunción fue el intento de mantener bajos los gastos de AMUAM, a costos reales más gastos administrativos, lo cual redujo las tasas de vertido y alquiler a ser pagadas por la Municipalidad de Asunción a AMUAM. No obstante, el análisis de sensibilidad muestra que Asunción es altamente susceptible a fluctuaciones en ingresos y egresos, justificando el aparentemente alto FIRR.

La AMUAM, a pesar de mostrar valores de FIRR más bajos, es menos susceptible a fluctuaciones de ingresos y egresos.

3.2 Evaluación Económica

La evaluación económica fue cuantificada solo para la Estación de Transferencia, comparando dos situaciones consistentes en "con" o "sin" estación de transferencia. La tasa interna de retorno económica (EIRR) resultante fue 18%.

El Mejoramiento de la Recolección de Residuos Sólidos y Disposición Final fue evaluado cualitativamente como mejoramiento ambiental, y los efectos beneficiosos concomitantes que conlleva en materia de salud pública.

3.3 Evaluación Global

La ejecución del proyecto afectará directamente a la población urbana en el Área Metropolitana de Asunción, la cual comprendía casi el 30% de la población total del país en 1992 y se estima que se acercará a los 1.5 millones de personas para el año meta 2000. El desarrollo institucional de la AMUAM puede servir como un modelo para instituciones regionales, que pueden emprender proyectos de desarrollo social y económico en diferentes áreas del país.

4. Recomendaciones

4.1 Recomendaciones para Cada Municipalidad

Las 14 municipalidades aparte de Asunción deberán establecer un Departamento o Sección, administrado por un profesional seleccionado con funciones, poderes y responsabilidades claras sobre la gestión de residuos sólidos en cada ciudad.

4.2 Recomendaciones para AMUAM

Las competencias y funciones de la AMUAM en el MRSM en el Área Metropolitana deberán ser desarrolladas. Se recomienda que la AMUAM preste los siguientes servicios para un buen MRSM como la institución intermunicipal del Área Metropolitana.

- provisión de los servicios de operación de transferencia y disposición para las municipalidades del área de estudio.
- provisión de los servicios de mantenimiento para los vehículos y equipo de las 14 municipalidades aparte de Asunción.
- establecimiento de un programa de capacitación para los funcionarios de todas las municipalidades en el área de estudio, en colaboración con SENASA, para que pueda beneficiar a otras municipalidades paraguayas.

Por consiguiente, la AMUAM deberá emplear gerentes e ingenieros calificados que conozcan en profundidad el MRSM.

4.3 Legislación

Una legislación apropiada tratando el Manejo de Residuos Sólidos deberá ser preparada y promulgada, a pesar de que el primer paso necesario actualmente es la aprobación del Código Sanitario.

4.4 Organismos Ejecutores

Considerando las débiles capacidad técnicas y financieras de las 14 municipalidades aparte de Asunción, la AMUAM deberá ser el organismo ejecutor del Proyecto Prioritario y tomar la responsabilidad de conseguir fondos, reembolsar, construir instalaciones, adquirir equipo y operar la estación de transferencia de AML y los rellenos intermunicipales, excluyendo los proyectos de mejoramiento de recolección y barrido de calles en Asunción.

4.5 Fuente Financiera

El análisis financiero implica que la AMUAM necesita donaciones para financiar las inversiones iniciales durante el período de arranque del MRSM, per más adelante puede reemplazar instalaciones y equipo con fondos generados internamente por las tasas de alquiler y vertido, asegurando por lo tanto la continuidad del MRSM. Como tal, la AMUAM, en cooperación con SENASA y las 15 municipalidades, deberá hacer todo lo que esté en su mano para conseguir dicha asistencia para ejecutar el proyecto con éxito.

El costo del MRSM en cada municipalidad deberá ser recuperado a través del cobro al usuario para establecer un MRSM autosostenible. Se asumió que el déficit de ingresos sería cubierto por el impuesto inmobiliario (70%) de cada municipalidad y el impuesto al transporte colectivo (30%) de AMUAM.

**EL ESTUDIO
SOBRE
EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
EN
EL AREA METROPOLITANA DE ASUNCION**

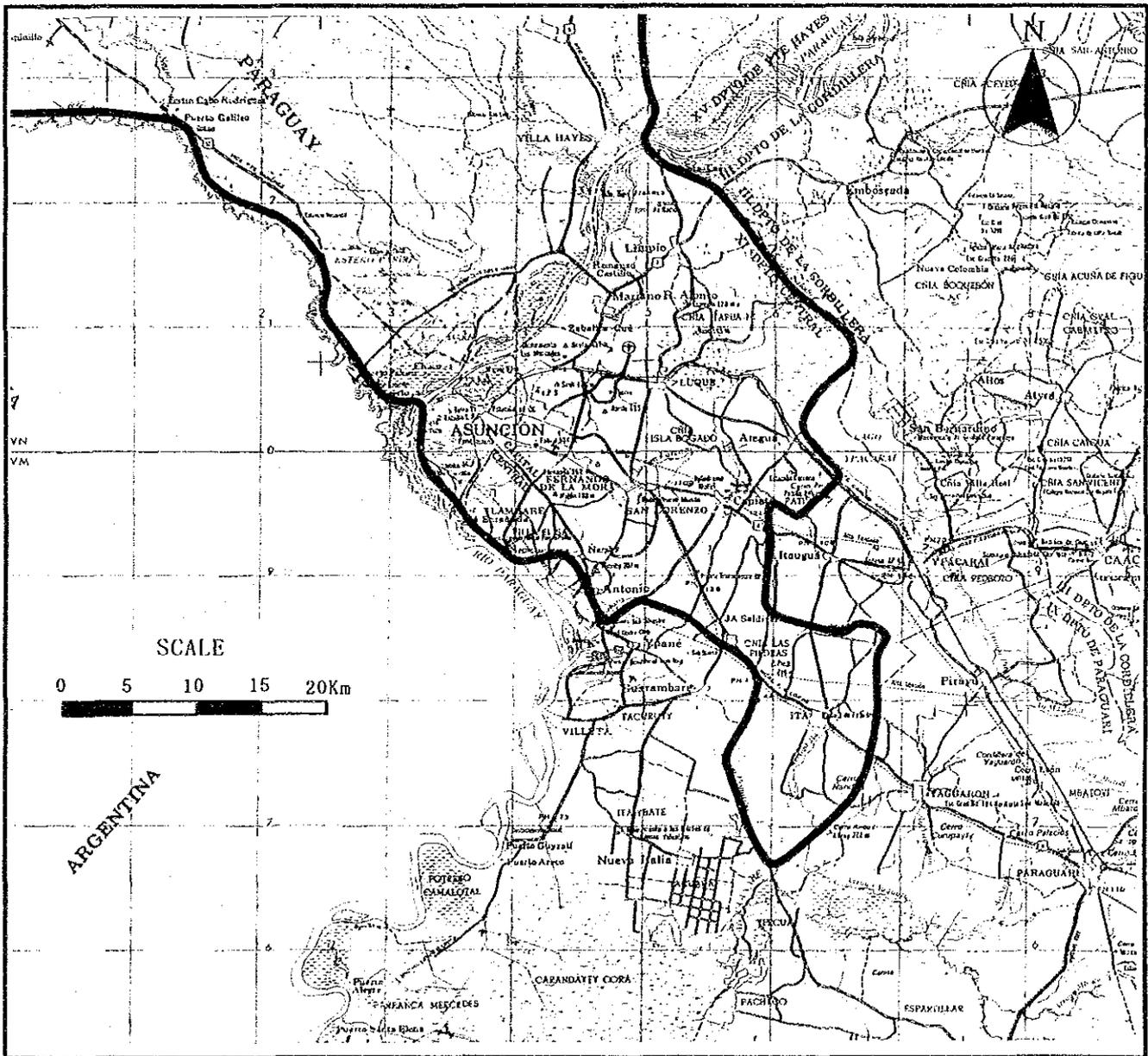
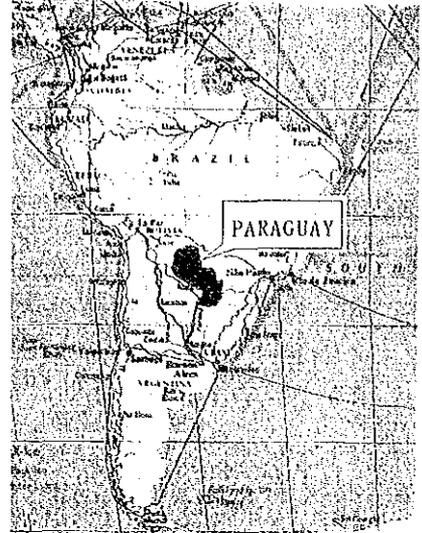
LISTA DE VOLUMENES

- VOLUMEN I RESUMEN EJECUTIVO**
- VOLUMEN I(S) RESUMEN EJECUTIVO (Versión Española)**
- VOLUMEN II INFORME PRINCIPAL**
- VOLUMEN II(S) INFORME PRINCIPAL (Versión Española)**
- VOLUMEN III ANEXOS**
- A Perfil del Area de Estudio
 - B Estudio de Cantidad y Composición de Residuos
 - C Encuesta de Opinión Pública
 - D Estudio de Sitios de Disposición Actuales y Candidatos
 - E Otras Investigaciones de Campo
 - F Actual Manejo de Residuos Sólidos Municipales
 - G Localización del Sitio de Disposición Final Intermunicipal
 - H Examen del Plan de Sistemas Técnicos Alternativos
 - I El Plan Maestro
 - J Estudio de Viabilidad del Proyecto Prioritario
 - K Recomendaciones Generales para el Mejoramiento del MRSI
 MRSH
- VOLUMEN IV LIBRO DE DATOS**

Este es el RESUMEN EJECUTIVO.

Mapa de Ubicación

del Area de Estudio



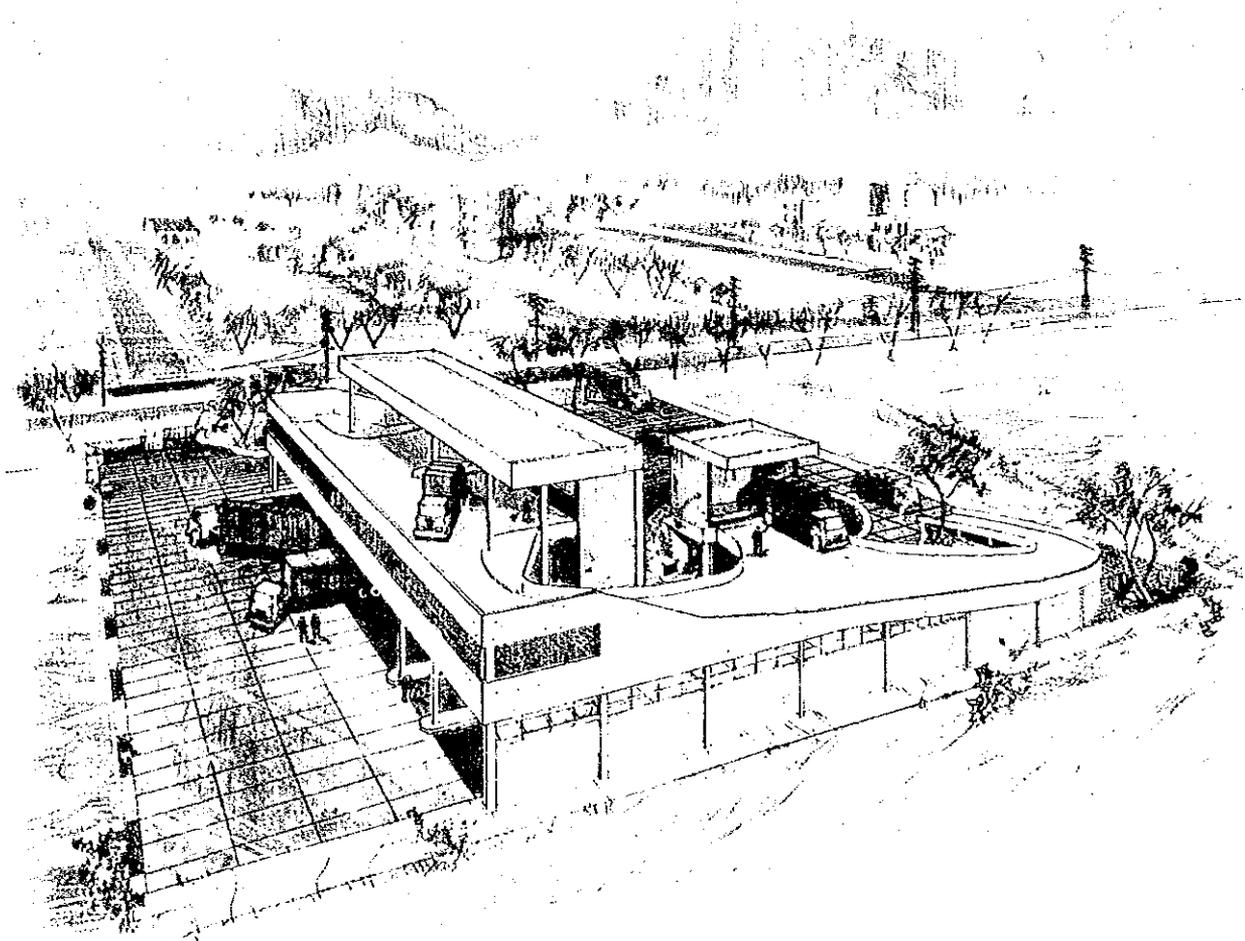


Lámina 1: Imagen de la Estación de Transferencia

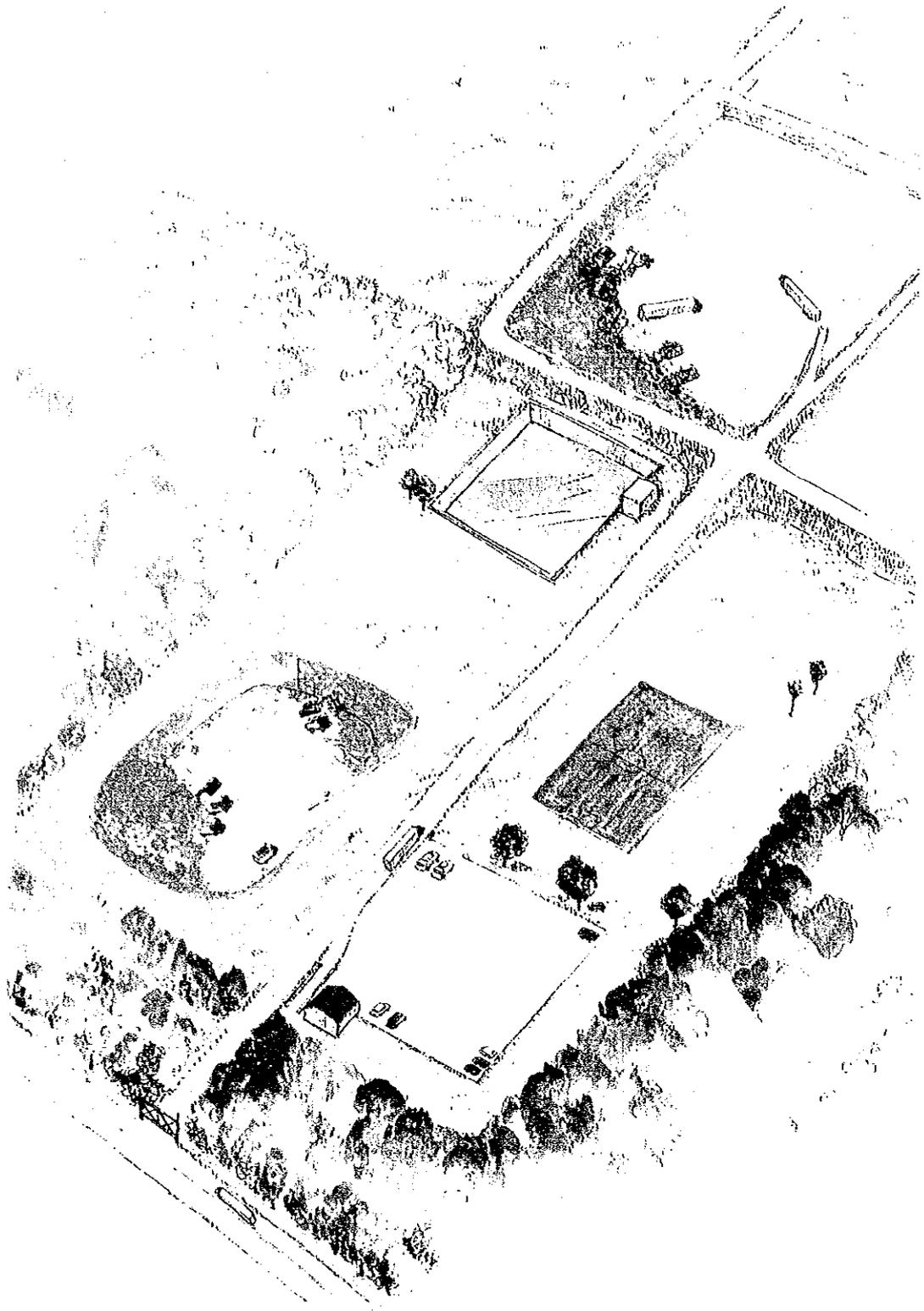


Lámina 2: Imagen del Sitio de Disposición Final

*Sitio de Disposición
Final de Cateura*



*Taller de la Municipi-
alidad de Asunción*



*Trabajo de Barrido de
Calles en San Lorenzo*



Lámina 3: Actual MRSM en el Area de Estudio



Pesando la Cantidad de Residuos Desechada por Casas

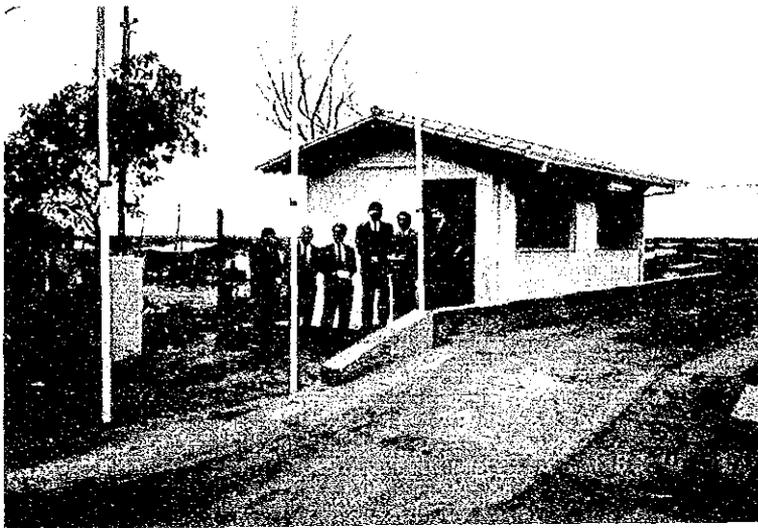


Mezclando y reduciendo muestras de residuos recolectadas para el Análisis de Composición de Residuos



Segregando muestras de residuos por categorías

Lámina 4: Estudio Conjunto (I), Cantidad y Composición de Residuos



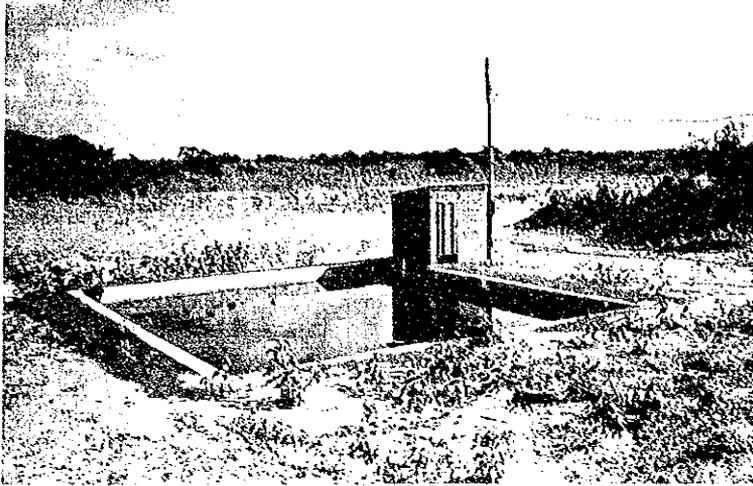
*Caseta de Inspección
de la Báscula para
Camiones Construida
por la Municipalidad
de Asunción y JICA en
el Sitio de Relleno*



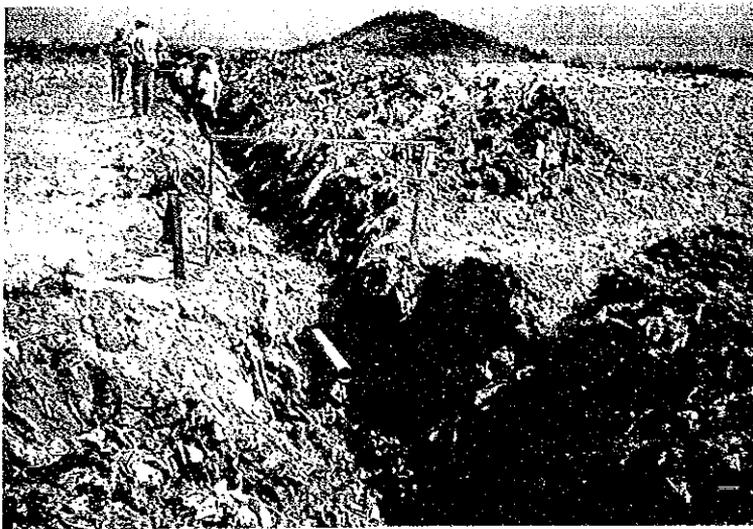
*Vista Interior de la
Caseta de Inspección
de la Báscula.
Hay un Ordenador
Instalado*



*Muestreo de agua
para el Análisis de
Calidad de Agua en el
Relleno de Lambaré*



*Vista de la Pileta de
Circulación de Lixi-
viados*

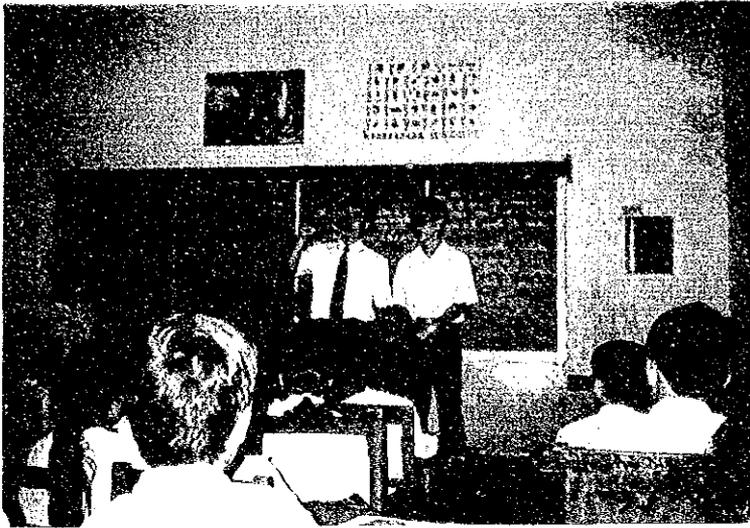


*Instalando una es-
tructura horizontal de
eliminación de gas*



*Construyendo un dre-
naje amontonando
tierra para interceptar
agua de lluvia entran-
do al área de disposi-
ción*

Lámina 6: Experimento de Operación de Relleno Sanitario



*Conferencia sobre
residuos sólidos im-
partida a alumnos de
escuela primaria por
el Equipo de Estudio*



*Conferencia sobre
residuos sólidos im-
partida por personal
de SENASA*



*Alumnos mirando el
video educativo sobre
residuos sólidos reali-
zado por el Equipo de
Estudio*

*El Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos
en
el Area Metropolitana de Asunción*

Prefacio

Carta de Transmisión

Breve Resumen

Lista de Volúmenes

Mapa de Ubicación del Area de Estudio

Láminas

Lámina 1: Imagen de la Estación de Transferencia

Lámina 2: Imagen del Sitio de Disposición Final

Lámina 3: Actual MRSM en el Area de Estudio

Lámina 4: Estudio Conjunto (1), Cantidad y Composición de Residuos

Lámina 5: Estudio Conjunto (2)

Lámina 6: Experimento de Operación de Relleno Sanitario

Lámina 7: Experimento de Educación sobre Residuos Sólidos

CONTENIDOS

Página:

Lista de Contenidos	i
Lista de Cuadros	iii
Lista de Figuras	v
Abreviaturas	vi
1. INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance del Estudio	1
1.3 Política del Estudio	2
1.4 Suposiciones Clave	4
1.5 Proceso de Trabajo del Estudio	7
1.6 Miembros del Equipo de Estudio	7
2. PERFIL DEL AREA DE ESTUDIO	
2.1 Perfil del Area de Estudio	8
2.2 Investigación de Campo	12
2.3 Actual Manejo de Residuos Sólidos Municipales	19
2.4 Evaluación del Actual MRSM	21

3.	EL PLAN MAESTRO	
3.1	Localización del Sitio de Disposición Final	26
3.2	Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos para el Plan Maestro	27
3.3	El Plan Maestro	40
4.	ESTUDIO DE VIABILIDAD	
4.1	Estudio de Viabilidad del Proyecto Prioritario	79
4.2	Evaluación de Proyecto	88
4.3	Plan de Ejecución	103
5.	OTROS ESTUDIOS	
5.1	Experimento de Operación de Relleno Sanitario y Concientización Escolar	107
5.2	Recomendaciones Generales para el Mejoramiento del MRSI y MRS Hospitalarios	109
6.	RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones	115
6.2	Recomendaciones	119

LISTA DE CUADROS

Página:

Cuadro 2.1a	Ingresos y Egresos Municipales, Presupuesto de 1993	12
Cuadro 2.2a	Metodología del Estudio de Cantidad de Residuos	13
Cuadro 2.2b	Índice de Generación de Residuos	14
Cuadro 2.2c	Índice de Generación de Residuos Domiciliarios	15
Cuadro 2.2d	Resultado del Estudio de Composición de Residuos	16
Cuadro 2.2e	Actual Flujo de Residuos (1)	18
Cuadro 2.2f	Actual Flujo de Residuos (2)	18
Cuadro 2.2g	Actual Flujo de Residuos (3)	18
Cuadro 2.2h	Opinión sobre la Tasa de Recolección	19
Cuadro 3.2a	Resumen de Alternativas para M.A.U	30
Cuadro 3.2b	Resumen de Alternativas para las M.U y M.P.O	33
Cuadro 3.2c	Resultados de la Evaluación de Ingresos	36
Cuadro 3.2d	Recomendaciones sobre el Sistema Técnico Óptimo	38
Cuadro 3.3a	Metas de los Servicios de Recolección, Barrido y Disposición Final	41
Cuadro 3.3b	Año Meta	42
Cuadro 3.3c	Previsiones de Población del Área Urbana (1992-2006)	43
Cuadro 3.3d	Previsiones sobre el Índice	44
Cuadro 3.3e	Comparación de Datos sobre Composición de RSM	44
Cuadro 3.3f	Previsión de Composición de los RSM	45
Cuadro 3.3g	Previsión del Valor Calorífico Inferior	45
Cuadro 3.3h	Flujo de Residuos en el 2006 (1)	46
Cuadro 3.3i	Flujo de Residuos en el 2006 (2)	46
Cuadro 3.3j	Flujo de Residuos en el 2006 (3)	46
Cuadro 3.3ka	Plan Maestro de Asunción sobre el Sistema Técnico de MRSM	48
Cuadro 3.3kb	Plan Maestro de Asunción sobre el Sistema Institucional de MRSM	49
Cuadro 3.3la	Plan Maestro de F.Mora sobre el Sistema Técnico de MRSM	50
Cuadro 3.3lb	Plan Maestro de F.Mora sobre el Sistema Institucional de MRSM	51
Cuadro 3.3ma	Plan Maestro de Lambaré sobre el Sistema Técnico de MRSM	52
Cuadro 3.3mb	Plan Maestro de Lambaré sobre el Sistema Institucional de MRSM	53
Cuadro 3.3na	Plan Maestro de San Lorenzo sobre el Sistema Técnico de MRSM	54
Cuadro 3.3nb	Plan Maestro de San Lorenzo sobre el Sistema Institucional de MRSM	55
Cuadro 3.3oa	Plan Maestro de Capiatá sobre el Sistema Técnico de MRSM	56

Cuadro 3.3ob	Plan Maestro de Capiatá sobre el Sistema Institucional de MRSM	57
Cuadro 3.3pa	Plan Maestro de Luque sobre el Sistema Técnico de MRSM	58
Cuadro 3.3pb	Plan Maestro de Luque sobre el Sistema Institucional de MRSM ..	59
Cuadro 3.3qa	Plan Maestro de M.R.Alonso sobre el Sistema Técnico de MRSM	60
Cuadro 3.3qb	Plan Maestro de M.R.Alonso sobre el Sistema Institucional de MRSM	61
Cuadro 3.3ra	Plan Maestro de Villa Elisa sobre el Sistema Técnico de MRSM ..	62
Cuadro 3.3rb	Plan Maestro de Villa Elisa sobre el Sistema Institucional de MRSM	63
Cuadro 3.3sa	Plan Maestro de Ñemby sobre el Sistema Técnico de MRSM	64
Cuadro 3.3sb	Plan Maestro de Ñemby sobre el Sistema Institucional de MRSM	65
Cuadro 3.3ta	Plan Maestro de J.A.Saldivar sobre el Sistema Técnico de MRSM	66
Cuadro 3.3tb	Plan Maestro de J.A.Saldivar sobre el Sistema Institucional de MRSM	67
Cuadro 3.3ua	Plan Maestro de Itá sobre el Sistema Técnico de MRSM	68
Cuadro 3.3ub	Plan Maestro de Itá sobre el Sistema Institucional de MRSM	69
Cuadro 3.3va	Plan Maestro de Areguá sobre el Sistema Técnico de MRSM	70
Cuadro 3.3vb	Plan Maestro de Areguá sobre el Sistema Institucional de MRSM	71
Cuadro 3.3wa	Plan Maestro de Limpio sobre el Sistema Técnico de MRSM	72
Cuadro 3.3wb	Plan Maestro de Limpio sobre el Sistema Institucional de MRSM	73
Cuadro 3.3xa	Plan Maestro de Villa Hayes sobre el Sistema Técnico de MRSM	74
Cuadro 3.3xb	Plan Maestro de Villa Hayes sobre el Sistema Institucional de MRSM	75
Cuadro 3.3ya	Plan Maestro de Benjamín Aceval sobre el Sistema Técnico de MRSM	76
Cuadro 3.3yb	Plan Maestro de Benjamín Aceval sobre el Sistema Institucional de MRSM	77
Cuadro 4.1a	Mejora de los Sistemas de Recolección para las 15 Municipalidades	80
Cuadro 4.1b	Perfil de Transferencia y Transporte de Avda.Madame Lynch	81
Cuadro 4.1c	Perfil del Sitio de Disposición Intermunicipal de Chaco-i	82
Cuadro 4.1d	Costos de Inversión	83
Cuadro 4.1e	Costos de Operación y Mantenimiento	83
Cuadro 4.1f	Tasas de Alquiler y Vertido por Tipo de Interés	86
Cuadro 4.1g	Cobro al Usuario por Recolección de Residuos	87

Cuadro 4.2a	Plan de Evaluación Económica y Financiera	89
Cuadro 4.2b	Beneficios, Costos y Criterios de Evaluación en la Evaluación Económica	90
Cuadro 4.2c	Ingresos, Egresos y Evaluación en la Evaluación Financiera	90
Cuadro 4.2d	Evaluación Ambiental del Mejoramiento del Sistema de Recolección	92
Cuadro 4.2e	Resultados del FIRR	93
Cuadro 4.2f	Resultados del Análisis de Sensibilidad para Asunción	94
Cuadro 4.2g	Resultados del Análisis de Sensibilidad para la AMUAM	94
Cuadro 4.2h	Evaluación Ambiental de la Estación de Transferencia de AML	96
Cuadro 4.2i	Evaluación Económica para el Sistema de Transferencia y Transporte	98
Cuadro 4.2j	Resultados del Análisis de Sensibilidad para el Sistema de Transferencia y Transporte	99
Cuadro 4.2k	Evaluación Ambiental del Relleno Intermunicipal de Chaco-i	100
Cuadro 4.2l	Resultados del Análisis de Sensibilidad para el Relleno Intermunicipal de Chaco-i	102
Cuadro 4.3a	Programa de Ejecución	103
Cuadro 4.3b	Plan Financiero de AMUAM con 0% de Interés	105
Cuadro 4.3c	Plan Financiero de la Municipalidad de Asunción con 0% de Interés	106
Cuadro 6.1a	Costos de Proyecto Estimados	117
Cuadro 6.1b	Resumen de EIRR y FIRR	117

LISTA DE FIGURAS

	Página:	
Figura 2.1a	Clasificación de Municipalidades en el Area de Estudio	9
Figura 3.1a	Mapa de Ubicación de Sitios Potenciales	26
Figura 3.2a	Flujo de Trabajo de la Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos	27
Figura 4.1a	Organización Propuesta de AMUAM	85

ABREVIATURAS

ORGANIZACIONES

AMUAM	Asociación de Municipalidades del Area Metropolitana
CORPOSANA	Corporación Sanitaria
IDB	Banco Interamericano de Desarrollo
IDM	Instituto de Desarrollo Municipal
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MEC	Ministerio de Educación y Culto
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
OECE	Fondo de Ultramar de Cooperación Económica
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental
STP	Secretaría Técnica de Planificación

INFORME y ESTUDIO

AMA	Area Metropolitana de Asunción
AML	Avenida Madame Lynch
A/T	Alcance de los Trabajos
CV	Viñas Cué
DF/R	Borrador del Informe Final
E/V	Estudio de Viabilidad
GEA	Gravedad Especifica Aparente
IC/R	Informe Inicial
IT/R	Informe Intermedio
M.A.U	Municipalidades Altamente Urbanizadas
M.P.U	Municipalidades Poco Urbanizadas
M/R	Minutas de Reunión
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
MRSI	Manejo de Residuos Sólidos Industriales
MRSM	Manejo de Residuos Sólidos Municipales
M.U	Municipalidades Urbanizadas
N.D	No Disponible
O&M	Operación y Mantenimiento
PR/R	Informe de Avance
RSI	Residuos Sólidos Industriales
RSM	Residuos Sólidos Municipales
VC	Valor Calorífico
VCI	Valor Calorífico Inferior

VCS	Valor Calorífico Superior
WACS	Estudio de Cantidad y Composición de Residuos

SOCIO ECONOMIA

EIRR	Tasa Interna de Retorno Económica
FIRR	Tasa Interna de Retorno Financiera
PIB	Producto Interior Bruto
PNB	Producto Nacional Bruto
PRIB	Producto Regional Interior Bruto
US\$	Dólares Norte Americanos
Gs	Guaranís
p.a	por año
mill.	millón
bill.	billón

UNIDAD

mm	milímetro
cm	centímetro
m	metro
km	kilómetro
m ²	metro cuadrado
km ²	kilómetro cuadrado
ha	hectárea
m ³	metro cúbico
mg	miligramo
lit.	litro
kg	kilogramo
ton	tonelada
seg.	segundo
min.	minuto
hr	hora
d	días
%	porcentaje
no.	número
nos.	números
kw	kilovatio
kj	kilojulio
kcal	kilocaloría

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El rápido desarrollo socio-económico del Paraguay ha traído consigo un incremento en la complejidad del manejo de los residuos sólidos. La recolección y disposición de residuos sólidos ha generado problemas sociales y de salud pública de gran magnitud. Como ocurre en tantas ciudades de gran población, el manejo de residuos sólidos en el Area Metropolitana de Asunción se ha convertido en un problema crítico.

Para superar los problemas y mejorar la situación sistemáticamente, el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) en cooperación con el Gobierno Municipal de Asunción y las otras 14 Municipalidades del Area Metropolitana quiso llevar a cabo el "Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos para el Area Metropolitana de Asunción".

Respondiendo a la petición del Gobierno del Paraguay, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), agencia oficial responsable de la puesta en práctica de los programas de cooperación técnica del Gobierno del Japón, concluyó el Alcance de los Trabajos del Estudio con el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social del Gobierno del Paraguay. Kokusai Kogyo Co., Ltd. ejecutó el Estudio.

1.2 Alcance del Estudio

a. Objetivo del Estudio

Los objetivos del estudio son:

- formular un plan maestro para el mejoramiento del manejo de residuos sólidos en el Area Metropolitana de Asunción hasta el año meta 2006; y
- llevar a cabo un estudio de viabilidad para el proyecto prioritario basado en el Plan Maestro.

b. Area de Estudio

El Area de estudio era toda el área bajo la jurisdicción del Area Metropolitana de Asunción, limitada, sin embargo, a los centros urbanos de las municipalidades. Esta Area de Estudio se muestra en el Mapa de Ubicación.

c. Residuos Estudiados

Los residuos estudiados fueron los residuos domésticos, de mercado, comerciales, de barrido de calles e institucionales. En lo referente a residuos industriales y hospitalarios, se realizó un breve estudio de diagnóstico basado en datos existentes, resultando en la proposición de recomendaciones generales para la mejora en el manejo de los mismos en el Area Metropolitana de Asunción. Los residuos agrícolas y ganaderos fueron excluidos del proyecto.

1.3 Política del Estudio

a. Utilización de Consultores Locales

Considerando las características eminentes de un estudio sobre MRSM, durante el transcurso del Estudio fue muy importante buscar la transferencia de tecnología a no solo el personal de la contraparte paraguaya, sino también a consultores locales. Específicamente, los trabajos que debían llevarse a cabo continuamente, incluso después del Estudio, debían ser realizados por consultores locales bajo la supervisión del Equipo de Estudio; i.e., WACS, estudios de impacto ambiental sobre instalaciones de MRS, desarrollo de un sistema de operación de la báscula para camiones, etc. Por lo tanto, consultores y profesionales paraguayos fueron utilizados para realizar con éxito el Estudio dentro del período de tiempo limitado e idear un plan maestro compatible con las condiciones locales.

b. Estudio Conjunto

Para llevar a cabo el Estudio con éxito, el Equipo de Estudio propuso poner en práctica el Estudio como estudio conjunto, por lo que pidió la cooperación y participación activa de la parte paraguaya. Especialmente, para ejecutar el estudio eficazmente, se pidió a la parte paraguaya que tomara decisiones políticas y administrativas en lo referente a los siguientes aspectos:

- localización de futuros sitio(s) de disposición intermunicipal;
- selección de los sistemas técnicos óptimos;
- selección del proyecto prioritario; y
- determinación del organismo ejecutor para el proyecto prioritario.

c. Plan Factible y Tecnología Adecuada

El Equipo de Estudio formuló el plan de MRS más factible y apropiado para el Area Metropolitana de Asunción en colaboración con la contraparte paraguaya. Además, debido a las limitaciones financieras que sufre el Area Metropolitana, el Equipo de Estudio desarrolló los sistemas técnicos e institucionales para el MRSM más apropiados para el área. Específicamente, el estudio y el plan fueron formulados para presentar y argumentar un MRSM autosostenible para el Area Metropolitana.

1.4 Suposiciones Clave

Las suposiciones clave utilizadas en este estudio son las siguientes:

a. Condiciones Socio-económicas

Items	Unidad	Descripción
1. Población		
- Población Proyectada de Toda el Area de Estudio	personas	1992 2000 2006 1,163,595 1,537,600 1,940,700
- Índice de Crecimiento Anual	%	3.72%/año
2. Economía		
- PIB	bill.USD	4.95 en 2000 6.06 en 2006
- Índice de Crecimiento Anual del PIB en Términos Reales	%	1994 - 2006 3.5%
- Escala de Futuros Presupuestos de 15 Municipalidades		El presupuesto en 1994 crecerán de acuerdo con el crecimiento en términos reales del PIB.
- Nivel de ingresos de los ciudadanos		Los ingresos crecerán de acuerdo a los índices de crecimiento del PIB en términos reales y de población.
- Tipo de Cambio		1 USD = 1,880.50 Gs = 106.41 Yen
- Inflación	%	20% en 1994 20% en 1995 - 2000 y 15% en 2001 - 2006 para los análisis económicos y financieros del Estudio

b. Cantidad y Composición de Residuos

Items	Unidad	1994	2000	2006
1. Cantidad de Residuos				
1-1 Índice de Generación				
- RSM				
Domiciliarios	g/persona/día	961	1,020	1,083
Comerciales	g/tienda/día	3,186	3,382	3,590
Restaurantes	g/tienda/día	31,958	33,924	36,011
Mercados	g/tienda/día	5,961	6,328	6,717
Institucionales	g/empleador/día	78	83	88
Barrido de Calles				
Asunción	g/km/día	254,700	254,700	254,700
Restantes 14 Muncip.	g/km/día	39,950	39,950	39,950
Hospitalarios	g/cama/día	4,000	4,246	4,507
Voluminosos	g/persona/día	0.6	0.6	0.7
- Otros Residuos	g/persona/día	30	32	34
1-2 Índice de Recolección de Residuos Domiciliarios	%	Como se muestra en el Cuadro 3.3a		
1-3 Crecimiento Anual de la Generación de Residuos		El crecimiento de población más 1% crecimiento del índice de generación de residuos por cápita.		
2. Composición de los Residuos				
2-1 Previsión de Composición de Residuos		1994	2000	2006
Combustibles		72.8	75	79
Residuos de Cocina		37.4	36	34
Papel		10.2	18	24
Textiles		1.2	2	3
Plástico		4.2	5	7
Hierba y Madera		19.2	13	10
Cuero y Goma		0.6	1	1
No Combustibles		27.7	25	21
Metal		1.3	2	3
Vidrio		3.5	5	5
Cerámica y Piedra		2.5	2	2
Otros (Tierra, etc.)		19.9	16	11
- Total		100.0	100.0	100.0
2-2 Valor Calorífico Inferior				
- RSM excluyendo los de Barrido y Voluminosos	kcal/kg	1,192	1,452	1,697

c. Vida Útil de Equipo e Instalaciones

	Vida Útil (años)	Valor Residual (%)
Contenedor	5	0
Camión y Equipo Pesado	7	10
Maquinaria	15	0
Edificio y Obras Civiles	30	0

Nota: La vida útil de otras instalaciones para el sitio de disposición final dependen del período de operación.

d. Organismos Ejecutores de los Sistemas Técnicos de MRSM

Proyectos	Items	Busca de Fondos y Pago	Construcción y Adquisición	Operación
1.Recolección Asunción Restantes 14 Municipalidades		Asunción AMUAM	Asunción AMUAM	Asunción 14 Municipalidades
2.Barrido de Calles Asunción Restantes 14 Municipalidades		Asunción AMUAM	Asunción AMUAM	Asunción 14 Municipalidades
3.Mantenimiento de 1 y 2 Asunción Restantes 14 Municipalidades		Asunción AMUAM	Asunción AMUAM	Asunción AMUAM
4.Estación de Transferencia Asunción y F. Mora Restantes 13 Municipalidades		AMUAM Ninguna	AMUAM Ninguna	AMUAM Ninguna
5.Disposición Final Chaco-i Intermunicipal no Identificada		AMUAM AMUAM	AMUAM AMUAM	AMUAM AMUAM
6.Mantenimiento de 4 y 5		AMUAM	AMUAM	AMUAM

e. Ingresos y Egresos para el Análisis Financiero

Organizaciones	Items	Ingresos	Egresos
1. AMUAM	Recolección Barrido de Calles Operación Transferencia Disposición Final	Tasa Alquiler(Gs/ton) Tasa Alquiler(Gs/ton) Tasa Vertido(Gs/ton) Tasa Vertido(Gs/ton)	Depreciación y Mantenimiento de Vehículos Depreciación y Mantenimiento de Vehículos Depreciación y O&M de Instalaciones, Vehículos y Equipo Depreciación y O&M de Instalaciones, Vehículos y Equipo
2. Asunción	Recolección Barrido de Calles Operación Transferencia Disposición Final	Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes)	Depreciación y O&M de Vehículos Depreciación y O&M de Vehículos Tasa de Vertido Tasa de Vertido
3. Restantes 14 Municipalidades	Recolección Barrido de Calles Operación Transferencia Disposición Final	Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes) Tasa Recolección(Gs/mes)	Tasa Alquiler Vehículos y O&M Tasa Alquiler Vehículos y O&M Tasa de Vertido Tasa de Vertido

- Nota: 1. La Municipalidad de Asunción proveerá los vehículos y equipo necesarios para los servicios de recolección y barrido de calles y su mantenimiento.
2. La tasa de vertido para disposición en Chaco-i y en el relleno no identificado difieren.

1.5 Proceso de Trabajo del Estudio

El estudio comenzó en junio de 1993 y finalizará en agosto de 1994. El estudio consistió en las siguientes dos fases;

Primera Fase : Formulación del Plan Maestro (Junio – Diciembre, 1993)
Segunda Fase : Estudio de Viabilidad del Proyecto Prioritario (Enero – Agosto, 1994)

1.6 Miembros del Equipo de Estudio

Líder de Equipo/Programa de Educación Pública	Takao YOSHIDA
Plan de Recolección y Transporte	Susumu SHIMURA
Plan de Tratamiento Intermedio	Takashi TOMIYASU
Plan de Disposición Final	Akira DOI
Diseño de Instalaciones y Estimación de Costos	Junji ANAI
Plan de Operación y Mantenimiento de Equipo	Fernando SALDANHA
Análisis de Composición de Residuos Sólidos	Koji KUSUNOKI
Plan Urbanístico	Masaharu KINA
Plan de Desarrollo Institucional y Organizativo	Luiz COSTA LEITE
Evaluación del Proyecto	Masaru OBARA
Evaluación de Impacto Ambiental	Nobuyuki KOMURO
Coordinador Administrativo	Marc VILANOVA

2. PERFIL DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 Perfil del Area de Estudio

a. Definición del Area de Estudio

El área de estudio incluye toda el área bajo la jurisdicción de los miembros de la AMUAM (Asociación de Municipalidades del Area Metropolitana) exceptuando a las municipalidades de San Antonio e Ypané y se limita a las áreas urbanizadas de las 15 municipalidades.

Viendo el MRSM, las 15 municipalidades del Area de Estudio están clasificadas en las siguientes tres categorías, como se muestra en la Figura 2.1a:

- M.A.U (Municipalidades Altamente Urbanizadas):
Asunción y Fernando de la Mora
- M.U (Municipalidades Urbanizadas):
Lambaré, San Lorenzo, Capiatá, Luque, M.R. Alonso y Villa Elisa.
- M.P.U (Municipalidades Poco Urbanizadas):
Ñemby, J.A. Saldivar, Itá, Areguá, Limpio, Villa Hayes y Benjamín Aceval.

b. Ubicación y Población

De las 15 municipalidades del Area de Estudio, 13 incluyendo a Asunción, están ubicadas en la parte este cerca de la confluencia de los ríos Paraguay y Pilcomayo y su topografía es generalmente llana. El área total es aproximadamente 1,605 Km² y la población es aproximadamente 1.28 millones. La población urbana y área, los cuales son los objetivos del Estudio, son 1.16 millones en 1992 y 530 km² respectivamente.

c. Clima

Paraguay está ubicado en la zona subtropical y su clima se caracteriza por cambios drásticos. La temperatura media anual es de 22.5 C y la precipitación media anual es de 1,356.3 mm.

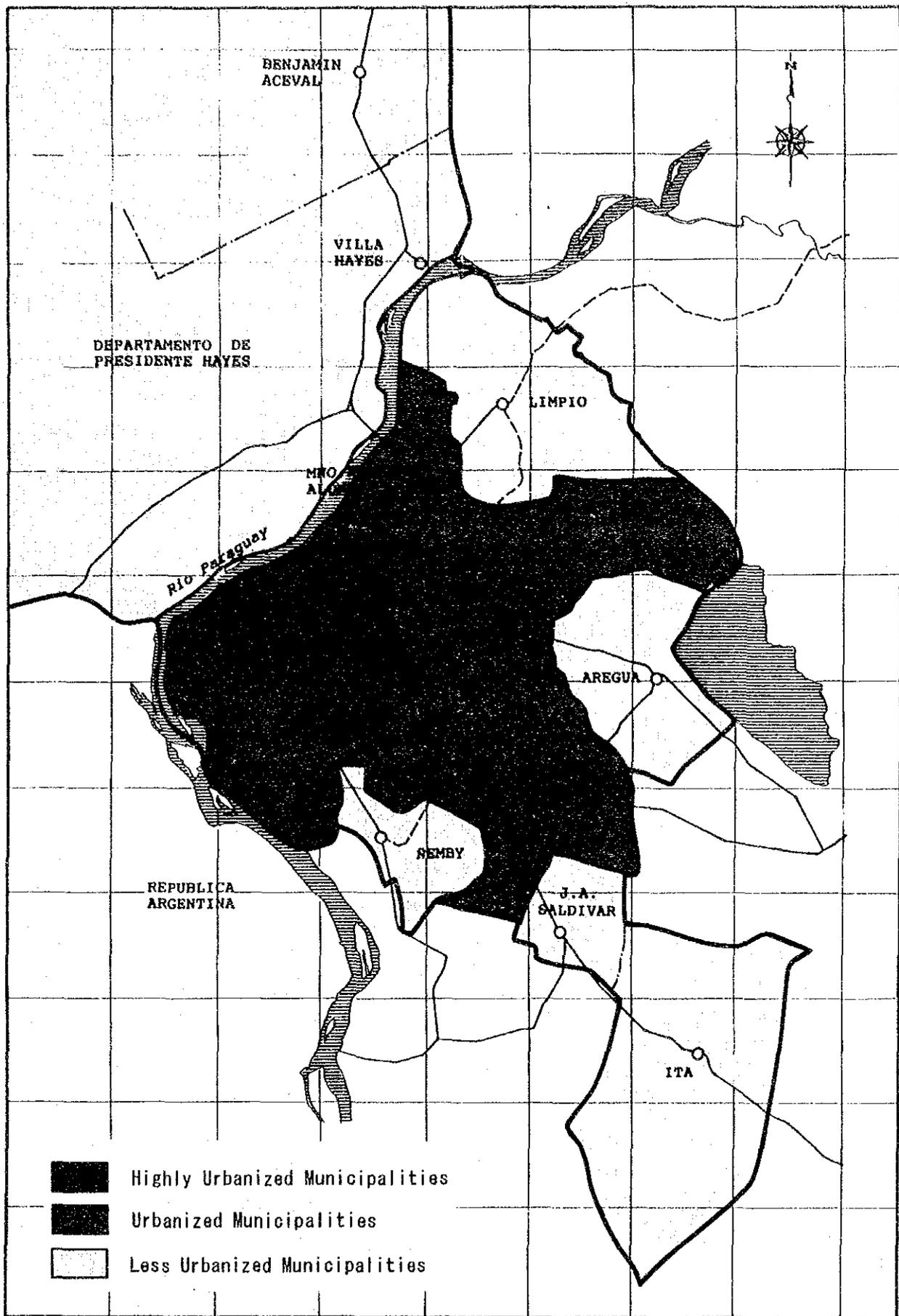


Figura 2.1a Clasificación de Municipalidades en el Area de Estudio

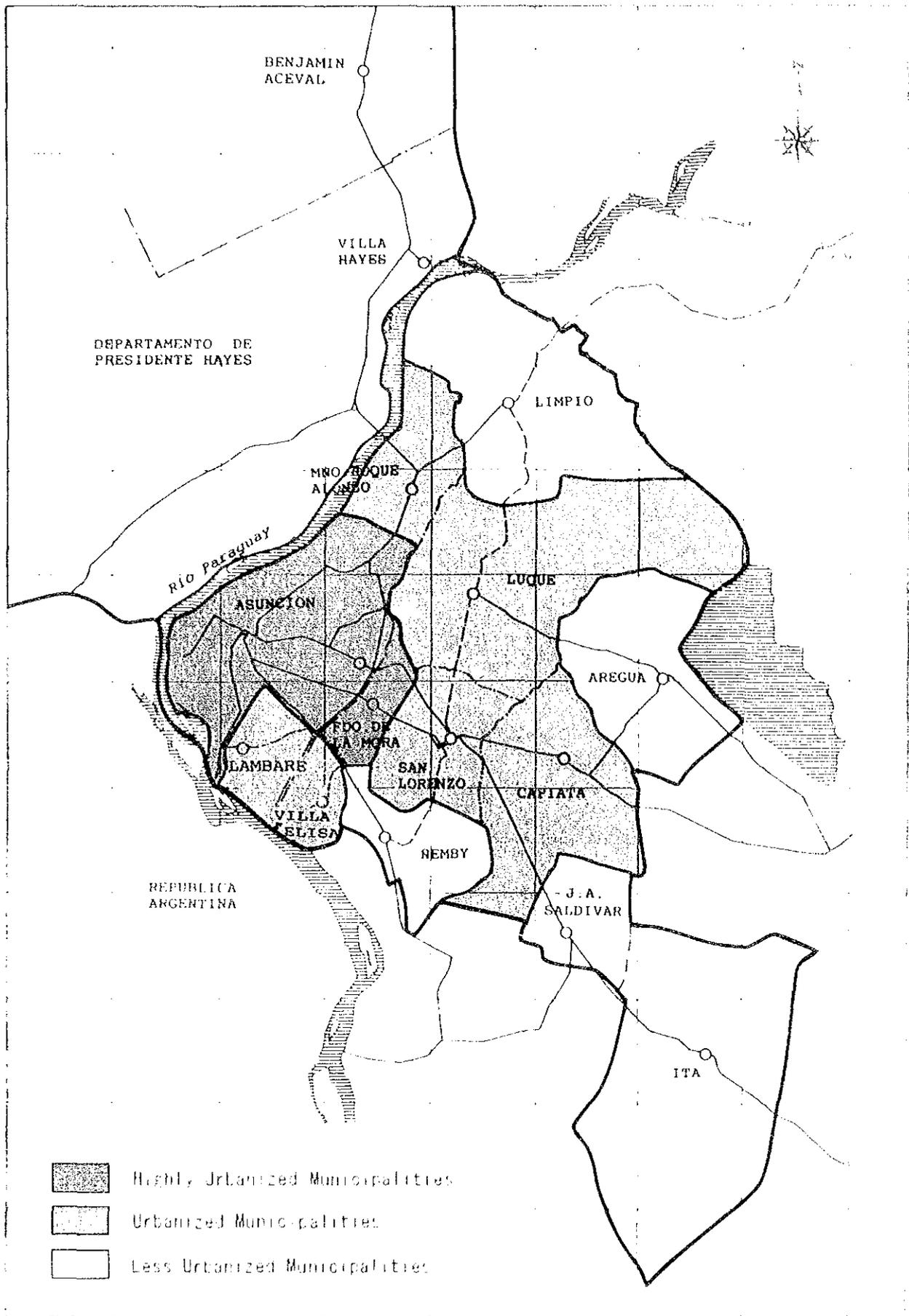


Figura 2.1a Clasificación de Municipalidades en el Área de Estudio

d. Administración

El país está dividido administrativamente en 19 Departamentos y más de 500 municipalidades. La división por departamentos no existía hasta hace poco y solo ahora se están poniendo en práctica por los "Gobernadores" electos por primera vez. Por lo tanto los poderes y acciones gubernamentales son ejercidos básicamente por los Gobiernos Nacional y Municipales.

e. Uso de Suelo

El uso de suelo actual en el Area de Estudio está clasificado como sigue:

Categoría	Area (km ²)	Porcentaje (%)
Area Urbana:	340	21.2
Area Industrial:	3	0.2
Area Cultivada:	128	8.0
Area de Pasto:	559	34.8
Area de Bosque:	255	15.9
Otras (tierras rocosas y baldíos):	320	19.9
Total	1,605 km ²	100 %

f. Viviendas

Las viviendas, de acuerdo al censo de 1982 (censo de 1992 no estaba disponible), eran casi todas (96%) unidades independientes, donde las unidades multifamiliares como los departamentos solo alcanzaban un 4%.

g. Sistema de Suministro de Agua y Alcantarillado

En lo referente al suministro de agua, CORPOSANA tomó responsabilidad sobre Asunción, Fernando de la Mora, Lambaré, San Lorenzo, Luque y Mariano Roque Alonso. El resto de las municipalidades están bajo la responsabilidad de SENASA, exceptuando a Itá, la cual es proveída por empresas privadas. El sistema público de suministro de agua sirve al 55% de las casas, mientras que pozos y nacientes proveen al 45% restante.

El sistema de alcantarillado solo sirve a parte de Asunción, Lambaré, San Lorenzo y Luque por CORPOSANA. Solo el 15% de las casas están conectadas a la red pública de alcantarillado.

h. Plan Maestro para el Desarrollo Urbano

Un plan maestro tentativo ("Directrices para el Desarrollo de Asunción y su Area Metropolitana") fue preparado por la Municipalidad de Asunción en 1985. El plan, sin embargo, no fue oficializado por las diferencias de opinión de los funcionarios gubernamentales.

Debido a la falta de un plan de desarrollo básico, el Area Metropolitana de Asunción ha crecido desordenadamente lo cual crea varios problemas en el Area Urbana. Para resolver los problemas, debería formularse urgentemente un plan maestro para el desarrollo urbano del Area Metropolitana de Asunción.

i. Economía Regional

El Area Metropolitana de Asunción cuenta con aproximadamente un tercio, o poco más de medio millón, de la población económicamente activa (EAP) del país.

La tasa de desempleo bajó del 6.6% en 1990 al 5.1% en 1991. La tasa de subempleo también bajó del 15.4% en 1990 al 9.5% en 1991.

Las principales fuentes de empleo en el Area Metropolitana de Asunción son servicios, comercio, industria, construcción, finanzas y transporte demostrando que las condiciones económicas en el Area Metropolitana de Asunción son mejores que en el resto del país.

j. Finanzas Municipales

Los estados financieros de las municipalidades son presentados como resúmenes de sus presupuestos para 1993 en el Cuadro 2.1a.

Cuadro 2.1a Ingresos y Egresos Municipales, Presupuesto de 1993

Municipalidad	Items	Ingresos Corrientes (%)	Ingresos de Capital (%)	Total Ingresos (Miles GS)	Egresos Corrientes (%)	Inversión de Capital (%)	Total Egresos (Millones GS)
1. M.A.U							
	1-1. Asunción	85	15	50,703,300	66	34	50,703,300
	1-2. F.Mora	80	20	2,125,734	64	36	2,125,734
2. M.U							
	2-1. Lambaré	58	42	4,103,605	53	47	4,103,650
	2-2. San Lorenzo	96	4	1,250,000	63	37	1,250,000
	2-3. Capiatá	90	10	354,600	82	18	354,600
	2-4. Luque	95	5	1,423,200	67	33	1,423,200
	2-5. M.R.Alonso	93	7	919,100	79	21	919,100
	2-6. Villa Elisa	71	29	283,450	87	13	283,450
3. M.P.U							
	3-1. Nemby	68	32	304,295	38	62	306,595
	3-2. J.A.Saldivar	98	2	42,000	86	14	42,000
	3-3. Itá	98	2	483,450	66	34	483,450
	3-4. Areguá	80	20	266,149	69	31	266,150
	3-5. Limpio	95	5	408,660	70	30	408,660
	3-6. Villa Hayes	98	2	401,600	74	26	401,600
	3-7. B.Aceval	87	13	119,811	85	15	119,811

k. Sistema Tributario Municipal

En general, los ingresos municipales tradicionalmente han dependido de unos pocos impuestos, tales como aquellos impuestos sobre profesionales, comercio e industria, así como sobre automóviles, transporte y construcción.

Los ingresos municipales podrían sufrir un gran incremento en 1993, debido a una enmienda constitucional a partir de la cual la recolección del impuesto inmobiliario cambió de ser jurisdicción del Gobierno Central a serlo de cada municipalidad.

2.2 Investigación de Campo

a. Investigación de Campo

Información básica como la cantidad y calidad de los residuos sólidos generados en el área de estudio, población cubierta por los servicios de recolección, etc., es la clave y factor principal para un plan de manejo de residuos sólidos municipales exitoso y factible. Para entender claramente el actual MRSM, se realizaron las siguientes investigaciones de campo:

- estudio de tiempo y movimiento sobre los trabajos de recolección de residuos;

- estudio sobre segregadores;
- estudio sobre el sistema de reciclaje y mercado para materiales reutilizables;
- POS (Encuesta de Opinión Pública)(en total se estudiaron 180 casas);
- investigación de los actuales y futuros sitios de disposición final y sitios propuestos para estaciones de transferencia; y
- estudio sobre cantidad y composición de residuos tanto en invierno como en verano.

Considerando la importancia de los estudios, el WACS y el POS están descritos brevemente abajo.

b. Estudio de Cantidad y Composición de Residuos

ba. Metodología del Estudio

Un WACS (Estudio de Cantidad y Composición de Residuos Sólidos) fue ejecutado tanto en invierno (julio 1993) como en verano (febrero 1994) para obtener datos básicos sobre el índice de generación de residuos, cantidad descargada y reciclada, cantidad de disposición propia y recolectada, y finalmente para clarificar el flujo de residuos en el área de estudio.

El método aplicado al estudio de cantidad de residuos es tabulado en el Cuadro 2.2a.

Cuadro 2.2a Metodología del Estudio de Cantidad de Residuos

Categoría	Estudio del Índice Generación	Estudio de Cantidad Dispuesta	Estudio por Encuesta
RSM (Total)		X	
Residuos Domiciliarios	X		X
Comerciales	X		
Residuos de Mercado	X		X
Institucionales	X		
Barrido de Calles	X		
Residuos Hospitalarios			X
Residuos Voluminosos		X	
Otros (Total)		X	
Residuos Industriales		X	X
Otros		X	

Nota: Los ítem marcados con una "X" fueron investigados en el Estudio.

bb. Hallazgos

i. Índices de Generación de Residuos

Los índices de generación de residuos de cada fuente de producción fueron determinados como se muestra en el Cuadro 2.2b.:

Cuadro 2.2b Índice de Generación de Residuos

	Unidad	1994
1. RSM		
Domiciliarios	g/persona/día	961
Tiendas	g/tienda/día	3,186
Restaurantes	g/tienda/día	31,958
Mercados	g/tienda/día	5,961
Institucionales	g/empleador/día	78
Barrido de Calles:		
Asunción	g/km/día	39,950
Otras 14 Munic.	g/km/día	(254,700)
Hospitales	g/cama/día	4,000
Camas	g/persona/día	0,6
2. Otros residuos (RSI)	g/persona/día	30

Nota: El índice de generación para Asunción mostrado en paréntesis es calculado por la cantidad dispuesta actualmente calculada por la báscula para camiones en el relleno de Cateura, mientras que los índices para las restantes 14 municipalidades es el obtenido a través del WACS realizado por el Equipo de Estudio de JICA.

El índice de generación de residuos domiciliarios, 961 g/persona/día, es muy alto comparado con el de otros países, como puede verse en el Cuadro 2.2c.

Cuadro 2.2c Índice de Generación de Residuos Domiciliarios

País	Ciudad	Año	Población	Residuos domiciliarios (g/pers/día)	RSM (g/pers/día)
Paraguay	Asunción	1993	506,445	961	1,312
Polonia ^{*1}	Poznan	1992	590,500	654	769
	Lublin	1992	352,500	400	508
Laos ^{*2}	Vientiane	1991	142,700	753	987
Malaysia ^{*3}	Pulau Pinang	1988	559,300	504	640

Fuente: *1: Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de Poznan, república de Polonia, Mayo de 1993.
 *2: Estudio sobre el Mejoramiento del Sistema de Manejo de Residuos Sólidos en Vientiane, República Democrática Popular de Laos, Agosto de 1992.
 *3 La figura no es la de generación, si no la de disposición final del "Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos para las Municipalidades de Pulau Pinang y Seberand, Agosto de 1989".

Las razones por las que el índice de generación de residuos domiciliarios es tan alto son las siguientes:

- La generación de desechos de jardín, consistentes en hierba, madera y otros (tierras, etc.), es extremadamente elevada (44.2%) en comparación con las de Poznan (1992), Pulau Pinang (1988), Río de Janeiro (1991) y Tokio (1972), que son del 10.3%, 22.2%, 16.7% y 16.6% respectivamente.
- La mayoría de los desechos de jardín son generados en los jardines de las casas. En el Area de Estudio, la proporción de casas con jardín es muy elevado y la extensión media de la propiedad es suficientemente alta (promedio de 450m²) para producir una gran cantidad de desechos de jardín, de acuerdo a los resultados del POS.
- En base a la encuesta realizada en julio de 1993 a las casas designadas como puntos de muestreo para el WACS, la disposición propia a través de la quema, etc. y el reciclaje en la fuente dándole desperdicios de cocina a animales domésticos es de 245 g/persona/día y 54 g/persona/día respectivamente en el Area de Estudio. Por consiguiente, el índice de descarga (o recolección) es de 662 g/persona/día. Este es un índice razonable.

ii. Composición de los Residuos

La composición de los residuos en el Area de Estudio está resumida en el Cuadro 2.2d.

Cuadro 2.2d Resultado del Estudio de Composición de Residuos

Clasificación	Unidad	Residuos Domiciliarios				Residuos Comerciales		Residuos de Mercado	Residuos Institucionales
		Ingresos Altos	Ingresos Medios	Ingresos Bajos	Promedio	Restaurantes	Otros		
Composición Física (base húmeda)	Gravedad Específica Aparente	Kg/l	0.18	0.21	0.26	0.22	0.34	0.07	0.09
	Residuos de Cocina	%	31.0	42.4	18.9	36.6	75.0	18.3	13.9
	Papel	%	8.6	6.7	4.4	6.4	7.3	45.5	8.5
	Textiles	%	1.6	1.0	2.1	1.3	0.1	1.0	0.3
	Plástico	%	5.0	3.7	3.9	3.9	2.8	8.0	3.0
	Hierba y Madera	%	28.0	21.1	23.2	22.2	1.6	6.1	2.0
	Cuero y Corcho	%	0.4	0.7	1.1	0.7	0.2	0.0	0.1
	Subtotal	%	74.6	75.6	53.6	71.1	87.0	78.9	83.3
	Metal	%	1.7	1.3	1.2	1.3	1.5	1.3	1.1
	Vidrio	%	6.2	3.0	1.9	3.1	5.7	4.8	7.1
	Cerámica y Piedra	%	2.2	1.8	4.9	2.5	1.0	4.0	0.7
	Otros (tierra, etc.)	%	15.3	18.3	38.4	22.0	4.8	11.0	7.8
	Subtotal	%	25.4	24.4	46.4	28.9	13.0	21.1	16.7
	Total :	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tres Contenidos	Combustibles (B)	%	27.87	27.48	30.26	28.08	25.88	47.12	24.94
	Humedad (W)	%	35.79	44.68	24.82	39.82	58.74	33.20	54.71
	Cenizas (A)	%	36.34	27.84	44.92	32.11	15.38	19.68	20.35
	Total :	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Análisis Elemental de Combustibles	Carbón (C)	%	18.23	17.03	20.76	17.90	10.94	25.29	17.37
	Hidrógeno (H)	%	3.25	3.13	3.07	3.13	2.05	4.37	2.37
	Nitrógeno (N)	%	0.73	0.49	0.62	0.54	0.91	0.57	0.49
	Sulfuro (S)	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Cloro (Cl)	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Oxígeno (O)	%	5.63	6.80	5.78	6.48	11.95	16.86	4.68
	Total :	%	27.87	27.48	30.26	28.08	25.88	47.12	24.94
	Valor Calorífico Inferior	Kcal/Kg	1,184	1,130	1,055	1,120	1,036	2,277	420
	Porcentaje C/N		24.97	34.76	33.48	33.52	12.02	44.57	35.45
									49.35

iii. Flujo de residuos

El flujo de residuos de las 15 municipalidades fue preparado como un borrador para el futuro estudio y presentado en los Cuadros 2.2e a 2.2g.

c. Encuesta de Opinión Pública

Un POS (Encuesta de Opinión Pública) fue llevado a cabo para entender el razonamiento del público en lo referente al MRSM, lo cual sería tomado en consideración en la formulación del plan maestro.

Las características sobresalientes de los resultados del POS son las siguientes:

- 96.6% de los entrevistados vivían en casas independientes.
- La extensión media de la propiedad es muy elevada, aproximadamente 450 m².
- Aproximadamente el 90% de los entrevistados utilizan bolsas de plástico como contenedores para los residuos debido a la facilidad de manejo y la mayoría está satisfecha.
- Más del 90% de los entrevistados en áreas residenciales y el 78.2% de los entrevistados en Asunción descargan sus desechos de jardín para el servicio regular de recolección.
- El índice de cobertura de la recolección en Asunción era 78.3%.
- Casi el 100% de los entrevistados respondió que cooperaría en actividades de reciclaje.
- Aproximadamente el 70% de los entrevistados están satisfechos con el actual manejo de residuos sólidos.
- La tasa media de recolección actual y la cantidad que la gente está dispuesta a pagar está resumida en el Cuadro 2.2c.

Cuadro 2.2e Actual Flujo de Residuos (1) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Asunción	F.Mora	Lambaré	San Lorenzo	Capitá
Generación de Residuos		670	109	111	158	97
Reciclaje en la Generación		27	5	6	8	5
Disposición Propia en la Generación		217	59	41	134	81
Cantidad Recolectada		426	45	64	17	11
Reciclaje de Descarga a Disposición		21	4	4	6	4
Otros Residuos(RSI)		15	3	3	4	3
Cantidad Dispuesta		420	44	63	15	10

Cuadro 2.2f Actual Flujo de Residuos (2) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Luque	M.R. Alonso	Villa Elisa	Nemby	J.A. Saldívar
Generación de Residuos		105	48	36	32	2
Reciclaje en la Generación		5	2	2	2	0
Disposición Propia en la Generación		88	38	19	27	2
Cantidad Recolectada		12	8	15	3	0
Reciclaje de Descarga a Disposición		4	2	1	1	0
Otros Residuos(RSI)		3	1	1	1	0
Cantidad Dispuesta		11	7	15	3	0

Cuadro 2.2g Actual Flujo de Residuos (3) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Itá	Areguá	Limpio	Villa Hayes	B. Aceval
Generación de Residuos		17	7	32	13	7
Reciclaje en la Generación		1	0	1	1	0
Disposición Propia en la Generación		14	7	30	10	7
Cantidad Recolectada		2	0	0	2	0
Reciclaje de Descarga a Disposición		0	0	0	1	0
Otros Residuos (RSI)		0	0	0	0	0
Cantidad Dispuesta		2	0	0	2	0

Cuadro 2.2h Opinión sobre la Tasa de Recolección

	Tasa de recolección media actual por casa (Gs/mes)	Promedio de voluntad de pago (Gs/mes)	Diferencias
Asunción	7,825	8,227	5 % más
San Lorenzo	2,578	4,160	60 % más
Nemby	3,066	3,875	26 % más

- Más del 90% de los entrevistados piensa que los sectores gubernamentales deberían cubrir los gastos extraordinarios para mantener la estética de la ciudad.
- Solo el 10% de los entrevistados ha recibido instrucción sobre el método adecuado de descarga de residuos.
- Casi el 100% de los entrevistados entiende la necesidad de la cooperación y participación pública.
- En Asunción el 70.8% de los entrevistados considera que la Municipalidad debería tomar iniciativas en la cooperación pública.

2.3 Actual Manejo de Residuos Sólidos Municipales

a. Sistema Técnico

El actual sistema técnico en febrero de 1994 está resumido a continuación:

- i. El sistema de recolección en la vereda utilizando bolsas de plástico es predominante. La cobertura de recolección es muy baja o 0 en municipalidades poco urbanizadas y baja en municipalidades urbanizadas exceptuando a Lambaré, mientras que es alta en municipalidades altamente urbanizadas.
- ii. El servicio de barrido de calles no se lleva a cabo excepto en Asunción, Fernando de la Mora, Luque, Lambaré, San Lorenzo, Itá, Araguá y Limpio en las que solo se realiza en calles pavimentadas.
- iii. No hay instalaciones de procesamiento de residuos sólidos en el Area de Estudio exceptuando al incinerador para residuos hospitalarios infecciosos.

- iv. La separación en la fuente no está bien establecida. Sin embargo, los canales de distribución y venta de materiales reciclables están bien establecidos por el sector privado.
- v. El arrojado a cielo abierto es predominante excepto en el relleno de Cateura para Asunción, Fernando de la Mora y Luque que está clasificado como un relleno de vertido controlado.
- vi. La operación y mantenimiento de equipo en general no está sometida a una planificación o control. Solamente en Asunción hay algún control para operación y mantenimiento.
- vii. El arrojado ilegal es muy común y puede observarse en muchos terrenos baldíos a los lados de las calles pavimentadas.
- viii. Las actividades del sector privado no están fiscalizadas por las municipalidades excepto la de Asunción.

b. Sistema Institucional

El sistema administrativo (jerarquía) de todas las municipalidades del área de estudio es básicamente el mismo, es decir, un consejo municipal, un intendente y sus secretarios nombrados, el Secretario General siendo el más importante. Las municipalidades muestran grandes diferencias en fuerza y capacidad de acuerdo al tamaño, población, tendencias de uso de suelo y presupuesto. Esta situación es reflejada en la estructura administrativa de estas municipalidades; algunas estando muy desarrolladas con varios Departamentos, Divisiones, Secciones, etc. y otras limitadas a estructuras consistentes en el Secretario General y menos de cinco empleados permanentes.

En lo que se refiere al manejo de residuos sólidos municipales hay una gran diversidad de planteamientos institucionales con respecto a la forma de encarar este tema, en los que ninguna municipalidad es exactamente igual a cualquier otra.

Los servicios de MRSM son, formalmente, la responsabilidad exclusiva de los gobiernos municipales. A pesar de esto, en ciudades más grandes el MRSM es encarado por municipalidades, ya sea directamente con su propio personal o a través de firmas contratadas o concesionarios; en muchas ciudades pequeñas estos servicios no son tratados en absoluto por la municipalidad, con una cobertura nacional media del 17%. Las municipalidades no gestionan las agencias de MRSM como organismos independientes, incluso en grandes ciudades como Asunción.

No hay cooperación intermunicipal en lo que se refiere al MRSM, exceptuando la disposición final de Fernando de la Mora y Luque en el relleno de Cateura en Asunción.

Los sistemas de manejo de residuos sólidos difieren en cada municipalidad en cosas como las tasas de servicio, los sistemas de cobro, los organismos ejecutores del servicio, etc.

El sector privado juega una parte importante en la prestación de los servicios como contratistas de las municipalidades o como concesionarios.

Las prácticas de recuperación de costos para recolección están bien establecidas y normalmente reflejan los costos de operación.

Hay muy pocas ordenanzas o códigos en relación al MRSM.

2.4 Evaluación del Actual MRSM

a. Sistema Técnico

Los mayores aspectos y problemas identificados sobre el actual MRSM, así como las recomendaciones preliminares para la formulación de un plan maestro están descritas a continuación.

- i. La prioridad para la mejora del actual sistema se da a:
 - plan y adquisición del futuro relleno para las municipalidades altamente urbanizadas;
 - reforzamiento de la capacidad recolectora y comienzo de las operaciones de relleno sanitario para las municipalidades altamente urbanizadas; y
 - establecimiento de un servicio de recolección y comienzo de operaciones de relleno sanitario para las municipalidades menos urbanizadas.
- ii. En lo que concierne al almacenamiento y descarga de residuos, el ciudadano no utiliza los tipos de contenedores estándar, utilizando varios tipos (cajas de cartón o de madera, tambores, etc.) lo cual hace que los servicios de recolección sean ineficaces, difíciles, peligrosos e insalubres. Para mejorar esta situación, las municipalidades deberían adoptar las siguientes medidas:

- establecimiento de normas apropiadas de almacenamiento y descarga;
 - instrucción y aplicación de las normas establecidas al ciudadano;
 - promocionar la instalación de porta basureros; y
 - introducción de sistemas de recolección por contenedores públicos en el centro (área comercial).
- iii. Para terminar con el arrojado de basuras por los ciudadanos, las municipalidades deberían instalar contenedores públicos en el centro además de aplicar los reglamentos contra el arrojado ilegal.
 - iv. Para una recolección eficaz, las M.A.U (Asunción y F.Mora) deberían introducir un sistema de recolección con contenedores para los residuos institucionales, hospitalarios no contagiosos, de mercado y de barrido de calles.
 - v. A pesar de que la capacidad de recolección actual es muy débil y necesita ser urgentemente reforzada, deberá estudiarse cuidadosamente la posibilidad de cambiar la flota actual y adquirir nuevos vehículos recolectores tomando en consideración su capacidad financiera.
 - vi. El actual sistema de barrido manual es apropiado bajo condiciones de altos índices de desempleo, por lo que debería ser extendido o puesto en práctica en los sitios que no reciben dicho servicio.
 - vii. El mercado para el compost elaborado a partir de residuos sólidos municipales es muy limitado. Parece innecesario introducir instalaciones de procesamiento exceptuando las de tratamiento de residuos peligrosos.
 - viii. El actual sistema de reciclaje establecido por el sector privado funciona bien. La introducción de una instalación de reciclaje debería ser estudiada cuidadosamente para evitar conflictos con dicho sector privado.
 - ix. Deberán ponerse en práctica sistemas de planificación y control para los vehículos y de operación y mantenimiento para el equipo, donde las municipalidades no dependan tanto del sector privado.
 - x. Para proteger el entorno, deberán tomarse las medidas apropiadas como la cobertura final, control, etc. cuando se cierre el actual relleno.

- xi. La actual operación de vertido a ciclo abierto deberá finalizar para introducir la operación de relleno sanitario.

b. Sistema Institucional

ba. Hallazgos

- i. Los sistemas institucionales, no están bien establecidos y cada responsabilidad institucional sobre MRSM no está bien definida. Lo que existe son sistemas de manejo provisionales en cada una de las ciudades.
- ii. Las capacidades técnicas y administrativas de las municipalidades a menudo son débiles o inexistentes, a pesar de que existe una gran voluntad para mejorar esta situación.
- iii. No hay casi cooperación operacional entre las municipalidades, en lo que se refiere al MRSM, excepto la utilización del relleno de Cateura por los operadores privados a cargo de la recolección de basuras de las municipalidades de Fernando de la Mora y Luque.
- iv. La participación del sector privado, normalmente, es más substancial que en la mayoría de ciudades Latinoamericanas. A veces el proveedor del MRSM trabaja como concesionario, no solo como contratista de la municipalidad. Es fácil ver que la participación del sector privado es más el resultado de la incompetencia del sector público en copar con en sus obligaciones que su propia eficiencia.
- v. *La situación arriba descrita a resultado en un sistema muy irregular, donde cada ciudad maneja sus residuos solidos de forma particular e inconsistente. Las características de estos sistemas varían, pero globalmente podemos encontrar un servicio sesgado.*
- vi. Las operaciones del sector informal deberían ser mencionadas, obviamente no gubernamentales y no reglamentadas pero un sector importante, principalmente sobre las operaciones de recuperación y reciclaje en el Area Metropolitana de Asunción.

bb. Medidas de Mejora

i. Establecimiento de una autoridad regional sobre MRSM

Para resolver problemas comunes sobre MRSM y coordinar las municipalidades en el Area de Estudio, una entidad regional, tratando el MRSM en su área deberá ser establecida. Dicha autoridad deberá tratar los siguientes aspectos. La AMUAM podría ser adaptada para este propósito.

- Disposición intermunicipal;
- Mantenimiento de la flota;
- Adquisición de equipo y construcción de instalaciones;
- Campañas de participación pública;
- Desarrollo de programas de educación ambiental; y
- Mejoramiento del sistema de cobro de impuestos.

Esta autoridad regional debería planificar su trabajo tomando en consideración las municipalidades agrupadas de la misma forma que se propone en el Estudio, i.e., M.A.U, M.U y M.P.U.

ii. Promulgación de Legislación Regional

Promulgar legislación regional referente al MRSM, a ser aplicada por las municipalidades del área de estudio, como:

- Ordenanzas sobre el arrojado ilegal en áreas públicas y terrenos baldíos;
- Ordenanzas sobre residuos industriales y el medio ambiente;
- Directrices y reglamentos sobre disposición de residuos sólidos;
- Ordenanzas sobre participación pública en actividades de recolección;
- Ordenanzas reglamentando el sistema tributario; y
- Directrices y reglamentos para guiar a los contratistas privados.

iii. Provisión de un programa de capacitación

Provisión de un programa de capacitación, para formar funcionarios, administradores y trabajadores cualificados de los diferentes niveles de las instituciones de manejo de residuos sólidos, en las siguientes áreas:

- Planificación, diseño, administración y control de las operaciones de barrido de calles, recolección de residuos, transporte y disposición final;
- Administración pública y presupuestación;
- Relaciones públicas y educación ambiental;
- Administración del sistema tributario;
- Administración y supervisión de contratos de servicio;
- Control de operación y ejecución; y
- Participación y comportamiento comunal.

Estas áreas deberían concentrarse en programas de capacitación, especialmente en aprendizaje en el trabajo, apoyados por programas audiovisuales y folletos de buena calidad.

3. EL PLAN MAESTRO

3.1 Localización del Sitio de Disposición Final

Para formular el Plan Maestro sobre MRSM para el Area de Estudio basándose en los criterios de selección de un sitio de disposición intermunicipal preparados por el Equipo de Estudio, el Comité Técnico Paraguayo presentó 13 sitios potenciales al Equipo de Estudio como se ve en la Figura 3.1a.

En base al informe de evaluación presentado por el Equipo sobre los 13 sitios potenciales, el Comité Supervisor Paraguayo decidió seleccionar A-2 y A-5 como los sitios candidatos para disposición intermunicipal para el estudio de alternativas del Plan Maestro.

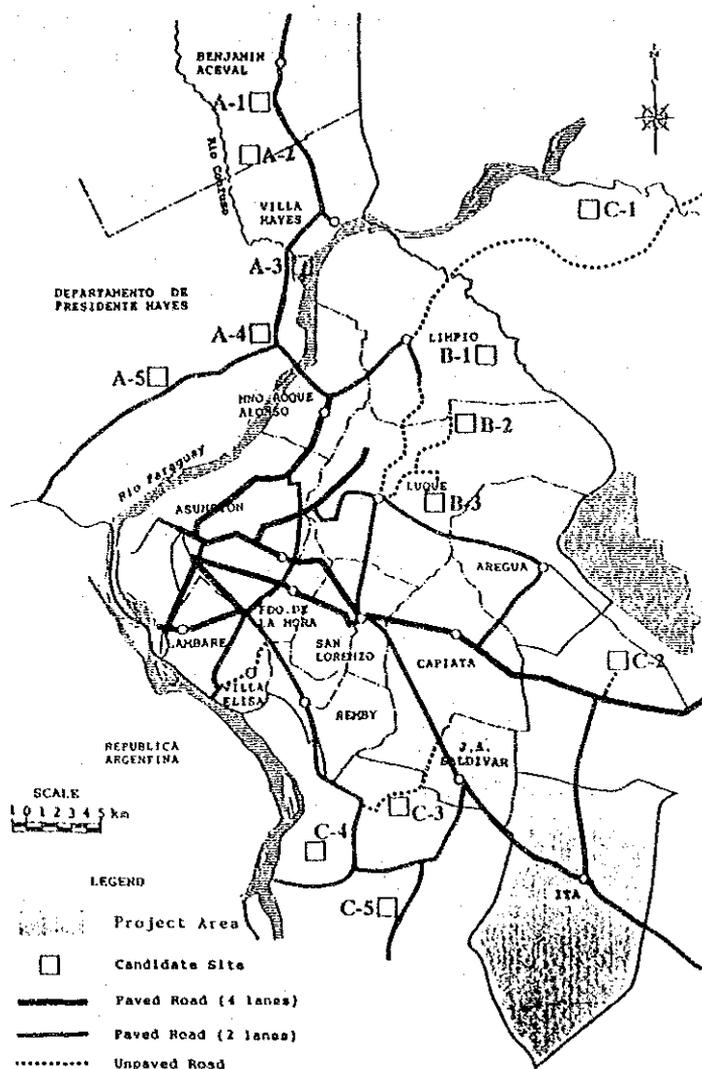


Figura 3.1a Mapa de Ubicación de Sitios Potenciales

A partir de los resultados de la evaluación de los 62 sistemas técnicos alternativos, el Comité Supervisor Paraguayo aprobó los sistemas técnicos óptimos para el Plan Maestro de MRSM recomendados por el Equipo de Estudio. Por consiguiente, el sitio A-5 (Chaco-i) fue seleccionado como un sitio para disposición intermunicipal para el Area de Estudio.

3.2 Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos para el Plan Maestro

a. Flujo de Trabajo de la Evaluación

El flujo de trabajo para la evaluación de sistemas técnicos alternativos para el Plan Maestro de MRSM aplicado al Estudio se muestra en la Figura 3.2a.

Los trabajos de evaluación y selección del sistema técnico alternativo óptimo fueron divididos en tres fases, i.e., fase A para evaluación de componentes del sistema técnico, fase B para selección de los sistemas técnicos alternativos óptimos para Asunción y F. Mora y fase C para la selección de los mismos para las restantes 13 municipalidades.

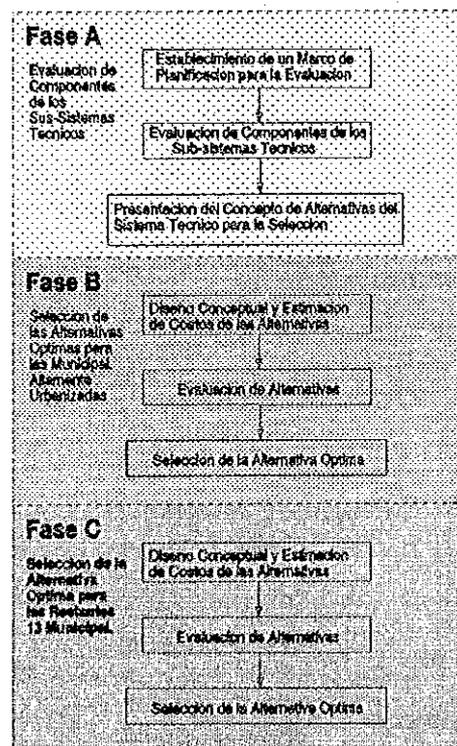


Figura 3.2a Flujo de Trabajo de la Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos

b. Marco de Planificación para la Evaluación

El marco de planificación, i.e., año meta, futura población, previsiones de cuantía y composición de residuos sólidos, futuras condiciones económicas y financieras, etc., fue establecido para el trabajo de evaluación. Basándose en los datos adicionales obtenidos durante el proceso de estudio, el marco de planificación fue parcialmente modificado para la preparación del Plan Maestro.

c. Evaluación de Componentes de Sistemas Técnicos

El sistema técnico de MRSM consiste en varios subsistemas, i.e. recolección, transferencia, tratamiento intermedio, etc. Cada subsistema tiene varios componentes técnicos, e.g. incineración, compostaje, RDF(combustible derivado de desechos), etc., para el tratamiento intermedio. Varios componentes de los subsistemas fueron examinados y preseleccionados para la comparación de sistemas técnicos alternativos.

d. Presentación de Sistemas Técnicos Alternativos para M.A.U

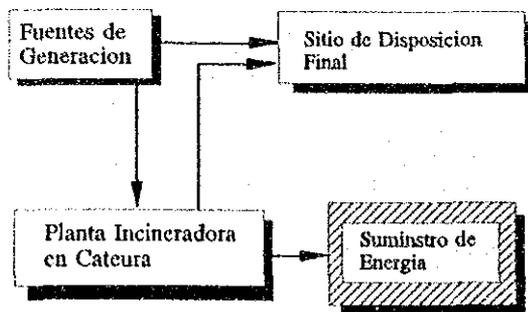
Después de evaluar cada componente de los sistemas técnicos, se presentaron sistemas técnicos alternativos para cada municipalidad combinando los componentes de los sistemas técnicos seleccionados, como se muestra abajo.

da. Alternativa X-1

Disposición Independiente

Una planta de incineración en Cateura; y

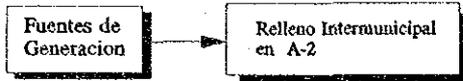
Un relleno sanitario en Cateura



db. Alternativa X-2

Disposición Intermunicipal

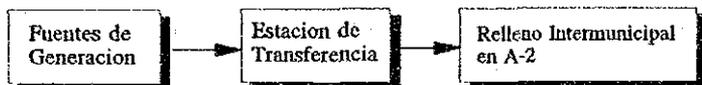
**Un relleno sanitario intermunicipal en el sitio A-2
sin sistema de transferencia**



dc. Alternativa X-3

Disposición Intermunicipal

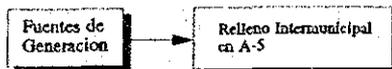
**Un relleno sanitario intermunicipal en el sitio A-2
con sistema de transferencia**



dd. Alternativa X-4

Disposición Intermunicipal

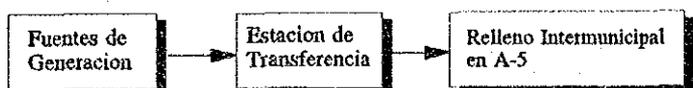
**Un relleno sanitario intermunicipal en el sitio A-5
sin sistema de transferencia**



de. Alternativa X-5

Disposición Intermunicipal

Un relleno sanitario intermunicipal en el sitio A-5 con sistema de transferencia



c. **Diseño Conceptual y Estimación de Costos**

En lo que se refiere a las 5 alternativas presentadas, el diseño conceptual y estimación de costos de los siguientes artículos fueron realizados para cada alternativa:

- Sistema de almacenamiento y recolección
- Sistema de transporte y estación de transferencia
- Sistema de barrido de calles
- Planta incineradora
- Relleno sanitario

Para la comparación de las 5 alternativas, los gastos anuales en el año 2006 de las alternativas fueron calculados, además de los costos de inversión requeridos, como se ve en el Cuadro 3.2a.

Cuadro 3.2a Resumen de Alternativas para M.A.U

Municipalidad	Disposición de Basuras desde 1997 a 2006 (ton)	Disp. de Basuras en 2006 (ton)	Costo de Cada Alternativa en 2006				
			X-1	X-2	X-3	X-4	X-5
Asunción	2,023,901 (1,167,717)	221,190 (85,575)	14,542	11,930	10,836	11,284	10,797
			70,019	57,441	52,174	54,332	51,986
F.D.L.Mora	315,464 (246,016)	41,245 (15,914)	3,039	2,308	2,089	2,180	2,023
			73,681	55,955	50,660	52,843	49,047

Obs: El área sombreada muestra la alternativa de menor costo.
 La doble línea muestra la segunda alternativa de menor costo.
 () muestra el monto solo para X-1.

f. Evaluación de alternativas para M.A.U

fa. Metodología

Considerando la débil capacidad financiera de cada municipalidad, la evaluación de alternativas en este informe fue realizada recalcando el punto de vista financiero, mientras que los otros puntos de vista (técnico, ambiental y social) solamente fueron examinados en algunos puntos importantes. Como resultado, la alternativa que requiere el menor gasto anual para MRSM en el año 2006 fue seleccionada como la alternativa óptima para cada municipalidad. Las razones por las que adoptamos este método en este informe están descritas a continuación.

- Respondiendo a la petición de la parte paraguaya, los sistemas técnicos alternativos para la formulación del plan maestro de MRSM deberán ser preparados para cada municipalidad individualmente. Cada municipalidad tuvo 4 o 5 alternativas, por lo que el número total de alternativas fue de 62.
- Si cada alternativa es establecida para garantizar un cierto nivel de mejora ambiental, el aspecto financiero predomina sobre los otros aspectos, ya que a excepción de la introducción de una planta incineradora (Alternativa X-1) no parece haber ninguna dificultad técnica en las alternativas presentadas.
- La evaluación de aspectos sociales, tales como la posibilidad de cooperación intermunicipal en lo que respecta a la operación de estaciones de transferencia, equipo de recolección y disposición final, estaba sujeta a la decisión tomada durante la reunión del IT/R por la parte Paraguaya.

fb. Evaluación para Asunción y Fernando de la Mora

En cuanto al sistema técnico óptimo para las Municipalidades de Asunción y Fernando de la Mora, el Equipo de Estudio propuso a las municipalidades que seleccionaran la Alternativa X-5; que consta de

Disposición Intermunicipal

Un relleno sanitario intermunicipal en el sitio A-5 con un sistema de transferencia.

El resumen de la evaluación es como sigue:

- Menor costo entre las 5 alternativas.
- No se observa ninguna dificultad técnica en comparación con las otras alternativas.
- Socialmente, habrá algunas dificultades como establecer el sitio de disposición final intermunicipal en el Chaco; i.e. fuera de la jurisdic-

ción de las Municipalidades de Asunción y F.Mora. Sin embargo, la solución a estos problemas fue discutida con la parte paraguaya en la Reunión del IT/R. Como resultado de la discusión, los temas en cuestión, i.e. la adquisición de tierras y cooperación de la Municipalidad de Villa Hayes en la que el sitio está ubicado, pudieron ser solventadas con los esfuerzos de la parte paraguaya.

Comparado con el sistema técnico actual, el sistema propuesto será más aceptable desde el punto de vista ambiental.

fc. Evaluación Financiera

La evaluación financiera consiste en seleccionar entre las diferentes alternativas para cada ciudad por el método del menor costo. Además, un análisis comparativo fue realizado entre la alternativa de menor costo y los egresos estimados. Para la estimación de ingresos, el número de casas en 1992 fue proyectado al 2006 utilizando los índices de crecimiento de población asumidos. El número de comercios también fue proyectado utilizando el índice de crecimiento del PIB asumido. Las tasas a ser pagadas por los usuarios fueron principalmente las que se obtuvieron del cuestionario sobre voluntad de pago. Se asumió un promedio de recolección de tasas del 80%.

Los resultados para las Municipalidades Altamente Urbanizadas Son los siguientes.

Municipalidad	Unidad	Alternativa de Menor Costo	Ingresos Estimados
Asunción	Millones de Gs.	10,797	18,915
Fernando de la Mora	Millones de Gs.	2,023	3,188

Puede verse que los ingresos estimados son suficientes para cubrir los costos totales de la alternativa de menor costo.

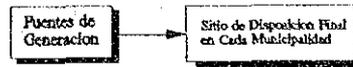
g. Presentación de Sistemas Técnicos Alternativos para M.U y M.P.U

Basándose en los resultados de los trabajos de evaluación para M.A.U, se presentaron sistemas técnicos alternativos para cada municipalidad combinando los componentes del sistema técnico seleccionados, como puede verse a continuación:

ga. Alternativa Y-1

Disposición Independiente

Un relleno sanitario dentro de cada municipalidad



gb. Alternativa Y-2

Disposición Intermunicipal

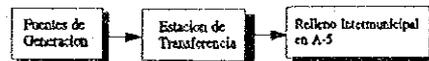
**Un relleno sanitario en el sitio A-5
sin sistema de transferencia**



gc. Alternativa Y-3

Disposición Intermunicipal

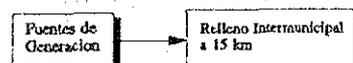
**Un relleno sanitario en el sitio A-5
con sistema de transferencia**



gd. Alternativa Y-4

Disposición Intermunicipal

Un relleno sanitario intermunicipal a menos de 15 km del centro del área urbana de cada municipalidad sin sistema de transferencia



h. Diseño conceptual y estimación de costos de las alternativas

Basándose en los resultados de los trabajos de evaluación para las M.A.U, sistemas apropiados de almacenamiento, recolección, transporte, barrido de calles y disposición final para cada alternativa fueron diseñados conceptualmente, y los gastos anuales en el año 2006 de cada alternativa fueron estimados, como se ve en el Cuadro 3.2b.

Cuadro 3.2b Resumen de Alternativas para las M.U y M.P.O

Municipalidad	Disposición de Basuras 1997-2006 (ton)	Disposición de Basuras en 2006 (ton)	Costo Total de Cada Alternativa en 2006			
			Superior(gasto anual):mill.Gs Inferior(costo unitario):Gs			
			Y-1	Y-2	Y-3	Y-4
Lambaré	363,983	50,735	2,380 46,910	2,687 52,971	2,467 48,625	2,371 46,728
San Lorenzo	364,035	58,400	3,036 51,994	3,032 51,922	2,801 47,954	2,740 46,918
Capiatá	231,149	39,055	2,116 54,170	2,091 53,548	1,890 48,405	1,799 46,054
Luque	302,741	52,195	2,612 50,045	2,628 50,346	2,499 47,880	2,412 46,207
M.R.Alonso	140,734	24,455	1,408 57,559	1,074 43,904	1,222 49,969	1,135 46,424
Villa Elisa	142,950	23,360	1,373 58,781	1,278 54,700	1,219 52,187	1,122 49,011
Nemby	84,654	14,235	1,000 70,233	769 54,030	790 55,477	657 46,134
J.A.Saldivar	4,667	730	267 365,438	45 61,446	150 205,364	39 53,478
Itá	40,671	6,570	572 87,048	403 61,290	446 67,874	315 47,991
Areguá	12,723	1,825	371 203,178	119 65,115	206 113,088	104 57,147
Limpio	57,983	9,855	694 70,404	452 45,821	509 51,674	454 46,110
Villa Hayes	27,949	4,745	508 107,156	232 48,965	262 89,666	237 49,897
Benjamín Aceval	14,444	2,920	491 168,174	173 59,330	290 99,190	165 56,653

Obs: El área sombreada muestra la alternativa de menor costo.
La línea doble muestra la segunda alternativa de menor costo.

A pesar de que Y-2 es la segunda alternativa de menor costo, Y-2 debe ser la alternativa óptima debido a la naturaleza poco realista de la alternativa Y-4.

i. Evaluación de Alternativas para M.U y M.P.U

ia. Evaluación para las Municipalidades de Lambaré, San Lorenzo, Capiatá, Luque, Villa Elisa, Ñemby, J.A.Saldivar, Itá y Areguá.

En lo que respecta al sistema técnico óptimo para las 9 Municipalidades arriba mencionadas, el Equipo propuso la selección de la Alternativa Y-4; es decir

Disposición Intermunicipal

Un relleno sanitario intermunicipal a 15 km de distancia del centro del área urbana de cada Municipalidad.

El resumen de la evaluación es como sigue:

- Menor costo entre las 4 alternativas.
- No se observa ninguna dificultad técnica en comparación con las otras alternativas.
- Socialmente, habrá algunas dificultades como la de establecer el sitio de disposición intermunicipal a 15km de distancia del centro del área urbana de cada municipalidad. Sin embargo, las soluciones a estos problemas fueron discutidas con la parte paraguaya durante la reunión del IT/R. Como resultado de la discusión, se confirmó que la parte paraguaya haría todo lo posible para la localización y adquisición del sitio(s) y por conseguir el consenso social, etc.
- Comparado con el sistema técnico actual, el sistema propuesto será más aceptable desde el punto de vista ambiental.

ib. Evaluación para las Municipalidades de M.R.Alonso, Limpio, Villa Hayes y Benjamín Aceval.

En lo que respecta al sistema técnico óptimo para las 4 Municipalidades arriba mencionadas, el Equipo propuso la selección de la Alternativa Y-2; que consta de

Disposición Intermunicipal

Un relleno sanitario intermunicipal en A-5 sin estación de transferencia.

El resumen de la evaluación es como sigue:

- Menor costo entre las 4 alternativas para las Municipalidades de Limpio, Villa Hayes y Mariano Roque Alonso.
- En lo que respecta a Benjamín Aceval, a pesar de que Y-2 es la

- segunda alternativa de menor costo, la alternativa Y-4 no es posible ya que la Municipalidad de Villa Hayes deberá adoptar la alternativa Y-2.
- No se observa ninguna dificultad técnica en comparación con las otras alternativas.
 - Socialmente, habrá algunas dificultades como la de establecer el sitio de disposición intermunicipal en el Chaco; i.e. fuera de la jurisdicción de las Municipalidades de M.R. Alonso, Limpio y Benjamín Aceval y dentro de la jurisdicción de la Municipalidad de Villa Hayes. Sin embargo, las soluciones a estos problemas fueron discutidas con la parte paraguaya durante la reunión del IT/R. Como resultado de las discusiones, los temas en cuestión, i.e. adquisición de tierras y cooperación de la Municipalidad de Villa Hayes en la que el sitio está ubicado, pudieron ser solventados con el esfuerzo de la parte paraguaya.
 - Comparado con el sistema técnico actual, el sistema propuesto será más aceptable desde el punto de vista ambiental.

ic. Evaluación Financiera

La evaluación financiera fue realizada entre la alternativa de menor costo y los ingresos estimados. Los resultados para las Municipalidades Urbanizadas y Poco Urbanizadas son los siguientes.

Cuadro 3.2c Resultados de la Evaluación de Ingresos

Municipalidad	Alternativa de Menor Costo (Millones Gs)	Ingresos Estimados (Millones de Gs)
Urbanizadas	2,371	1,783
Lambaré	2,740	2,053
San Lorenzo	1,799	1,356
Capiatá	2,412	1,757
Luque	1,074	793
M.R. Alonso	1,122	725
Villa Elisa		
Poco Urbanizadas	657	486
Nemby	39	24
J.A.Saldivar	572	204
Itá	104	64
Areguá	452	341
Limpio	232	234
Villa Hayes	165	88
B. Aceval		

Puede apreciarse que entre las Municipalidades Urbanizadas y Poco Urbanizadas, solo los ingresos de Villa Hayes son casi iguales a la alternativa de menor costo. Para el resto de las municipalidades, los ingresos no cubren la alternativa de menor costo incluso contando con la poco probable posibilidad de que haya un 100% de pago por parte de los usuarios. Los métodos de solución a este problema son descritos en la Sección 4.3, Plan Financiero.

j. Evaluación de requerimientos institucionales

Los requerimientos institucionales para las alternativas técnicas óptimas se presentan como requerimientos generales a ser aplicados a niveles regionales y municipales.

La selección de la alternativa de Plan Maestro mas apropiada no debería ser determinada desde el punto de vista institucional. Debido a que las necesidades institucionales son generalmente resultado de las condiciones tecnológicas prevalecientes, debería prestarse atención a la selección del sistema técnico óptimo.

k. Selección del Sistema Técnico Optimo

Durante la discusión del IT/R, el cual fue entregado a la parte paraguaya en Diciembre, 1993, el Equipo de Estudio propuso sistemas técnicos óptimos de MRSM para las 15 municipalidades, como se ve en el Cuadro 3.2d. El Comité Supervisor aprobó los sistemas técnicos recomendados por el Equipo, como los sistemas técnicos óptimos de MRSM del Plan Maestro para las 15 municipalidades del Area de Estudio.

Cuadro 3.2d Recomendaciones sobre el Sistema Técnico Óptimo

Municipalidades	Alternativa Óptima	Observaciones
1. M.A.U		
1-1. Asunción	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 con sistema de transferencia	En el caso de que sea difícil la adquisición de un sitio(s) para la estación de transferencia, deberá estudiarse un sistema de transporte directo.
1-2. F.D.L.Mora	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 con sistema de transferencia	En el caso de que sea difícil la adquisición de un sitio(s) para la estación de transferencia, deberá estudiarse un sistema de transporte directo.
2. M.U		
2-1. Lambaré	Relleno intermunicipal a 15km del centro	En el caso de que sea difícil la adquisición de un sitio para ambas operaciones de disposición intermunicipal e independiente, deberá estudiarse la participación en la operación del sitio A-5.
2-2. San Lorenzo	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
2-3. Capiatá	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
2-4. Luque	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
2-5. M.R.Alonso	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 sin sistema de transferencia	La municipalidad debe esforzarse para unirse a la operación del relleno intermunicipal en el sitio A-5.
2-6. Villa Elisa	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
3. M.P.U		
3-1. Ñemby	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
3-2. J.A.Saldivar	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
3-3. Itá	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
3-4. Areguá	Relleno intermunicipal a 15km del centro	Para alcanzar el sistema técnico de menor costo, la municipalidad debería realizar todos los esfuerzos para adquirir un sitio de relleno intermunicipal.
3-5. Limpio	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 sin sistema de transferencia	La municipalidad debe esforzarse para unirse a la operación del relleno intermunicipal en el sitio A-5.
3-6. Villa Hayes	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 sin sistema de transferencia	La municipalidad debe esforzarse para unirse a la operación del relleno intermunicipal en el sitio A-5.
3-7. Benjamín Aceval	Relleno intermunicipal en el sitio A-5 sin sistema de transferencia	La municipalidad debe esforzarse para unirse a la operación del relleno intermunicipal en el sitio A-5.

I. Sistemas Institucionales Optimos de MRSM

En lo que respecta al sistema institucional óptimo de los Planes Maestros de MRSM para las 15 municipalidades correspondientes a los sistemas técnicos arriba mencionados, las siguientes decisiones fueron tomadas por la parte paraguaya:

la. Sistema metropolitano

En cuanto al sistema metropolitano de MRSM, el Comité Supervisor decidió que la AMUAM actuaría como organismo coordinador del MRSM en el Area Metropolitana en colaboración con SENASA.

lb. Sistema municipal

En lo que se refiere a los sistemas municipales de MRSM, el Equipo de Estudio pidió a la parte paraguaya que cada municipalidad seleccionara su sistema municipal entre los siguientes modelos.

i. Operación Enteramente Municipal

Departamento municipal operando su propio equipo y empleando su propio personal.

ii. Operación Municipal con Empresas Privadas

Departamento municipal contratando los servicios (o parte de ellos) a empresas privadas.

iii. Operación por Empresa Enteramente Municipal

Empresa municipal operando su propio equipo y su propio personal.

iv. Empresa Municipal con Empresas Privadas

Empresa municipal contratando los servicios (o parte de ellos) con empresas privadas.

v. Concesión

Concesión de los servicios de recolección y disposición final, quedándose la municipalidad con los servicios de barrido.

Respondiendo a la decisión tomada por el comité, las 15 municipalidades expresaron su intención de ejecutar su MRSM por si mismas, siempre que el capital para adquirir equipo y sitios de disposición final estuviera asegurado. Estas intenciones fueron confirmadas durante la reunión del Comité Supervisor para la discusión del PR/R (2) celebrada en marzo de 1994.

3.3 El Plan Maestro

- a. Marco de Planificación
- aa. Objetivos, Metas y Estrategia
 - i. Objetivo

DESARROLLO Y REALIZACION DE UN ENTORNO LIMPIO Y BELLO EN EL AREA METROPOLITANA DE ASUNCION HACIA EL SIGLO 21.

El objetivo del Plan Maestro de Manejo de Residuos Sólidos es conseguido con:

- Participación Ciudadana y
- Establecimiento de un Manejo de Residuos Sólidos Autosuficiente.

ii. Metas

Cuadro 3.3a Metas de los Servicios de Recolección, Barrido y Disposición Final

Municipalidad	Servicios	Cobertura de Recolección Índice(%)			Barrido de Calles Distancia(km)			Relleno Sanitario Nivel		
		1994	2000	2006	1994	2000	2006	1994	2000	2006
1.M.A.U										
	1-1 Asunción	83(73)	100	100	264	300	300	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3
	1-2 F.Mora	64	85	100	2	20	40	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3
2.M.U										
	2-1 M.R.Alonso	16	45	70	0	6	10	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
	2-2 Luque	23	45	70	28	40	60	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-3 Capiatá	15	45	70	0	6	12	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
	2-4 San Lorenzo	16	45	70	6	21	32	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-5 Lambaré	61	80	100	6	17	25	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	2-6 Villa Elisa	46	65	85	0	9	20	Abierto	Nivel 2	Nivel 3
3.M.P.U										
	3-1 Nemby	7	45	70	0	3	12	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-2 J.A.Saldívar	0	25	50	0	1	2	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-3 Itá	18	45	70	6	10	15	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-4 Aréguá	0	25	50	2	5	10	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-5 Limpio	1	25	50	1	3	8	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2
	3-6 Villa Hayes	10	45	70	0	5	9	Abierto	Nivel 1	Nivel 2
	3-7 B.Aceval	0	25	50	0	6	11	Ninguno	Nivel 1	Nivel 2

Nota: La cobertura de recolección fue estimada basándose en el número de usuarios en febrero de 1994. Sin embargo, la de Asunción está basada en el "Servicio de Recolección Diferenciada, Dirección de Medio Ambiente" mientras que la figura basada en el número de usuarios es 73%.

iii. Estrategias para Alcanzar el Objetivo

Las estrategias propuestas para alcanzar el objetivo están detalladas en los siguientes seis párrafos:

- Provisión de instalaciones y equipo para cumplir el objetivo básico de ejecutar un MRSM.
- Provisión de servicios e instalaciones de residuos sólidos para minimizar la producción de residuos sólidos y la necesidad de relleno, y desarrollar rellenos sanitarios.
- Provisión de servicios apropiados y programados a los ciudadanos para el almacenamiento, recolección y recepción adecuados de los residuos sólidos. El arrojado ilegal debe ser eliminado.
- Un manejo de residuos sólidos autofinanciado a través de un incremento en el pago de los ciudadanos.

- Incremento de la participación pública en la protección ambiental y aumento de la atención pública hacia temas medio ambientales.
- Control absoluto sobre actividades relacionadas al MRSM y la limpieza del Area Metropolitana de Asunción.

ab. Año Meta y Población

i. Año Meta

El Plan Maestro cubre un período desde 1994 al 2006. El período del plan se divide en las siguientes tres fases.

Cuadro 3.3b Año Meta

Categoría del Plan	Año Meta
Plan Maestro	1994 – 2006
Plan de Mejora a Medio Plazo	2001 – 2006
Plan de Mejora a Corto Plazo para el E/V	1997 – 2000
Plan de Mejora Inmediata	Presente – 1996

ii. Previsiones de Población para el Area Urbana

Como no hay un plan maestro de desarrollo urbano ni una previsión de población oficial para el Area de Estudio, la previsión de población fue realizada por el Equipo de Estudio.

Basándose en los pasados índices de crecimiento de población, la futura población está proyectada y tabulada en el Cuadro 3.3c.

Cuadro 3.3c Previsiones de Población del Area Urbana (1992-2006)

No	Area Urbana	Población			Indice Medio de Crecimiento Anual % (1992-2002)
		1992	2002	2006	
1	M.A.U Asunción	502,426	544,098	561,720	0.80
2	F.de la Mora	95,349	116,230	125,811	2.00
	Subtotal	597,775	660,328	687,531	1.00
3	M.U Lambaré	99,990	148,010	173,150	4.00
4	San Lorenzo	133,405	217,303	264,133	5.00
5	Capiatá	83,898	150,249	189,685	6.00
6	Luque	84,885	183,260	239,801	8.00
7	M.R.Alonso	39,422	85,109	115,790	8.00
8	Villa Elisa	29,918	64,591	87,875	8.00
	Subtotal	471,518	848,521	1,070,434	6.05
9	M.P.U Ñemby	27,234	48,772	61,573	6.00
10	J.A. Saldivar	2,016	3,610	4,558	6.00
11	Itá	14,275	21,230	24,720	4.00
12	Areguá	6,335	7,722	8,359	2.00
13	Limpio	26,396	42,996	52,262	5.00
14	Villa Hayes	11,843	17,531	20,508	4.00
15	Benjamín Aceval	6,203	9,182	10,742	4.00
	Subtotal	94,302	150,944	182,722	4.82
Total :		1,163,595	1,659,793	1,940,687	3.62

Fuente : La proyección fue realizada por el Equipo de Estudio de JICA. Las proyecciones para el período 2002-2006 fueron estimadas utilizando índices del 1992-2002.

ac. Previsión de Cantidad y Composición de Residuos

aca. Previsiones sobre Futuras Cantidades de Residuos

i. Metodología

La generación de residuos será proyectada en base al incremento de población, pero creando un margen para el aumento en el índice de generación atribuido al incremento del PIB. Sin embargo, el índice de residuos de jardín no crecerá porque el tamaño de los futuros terrenos domiciliarios no aumentará.

El aspecto que tiene la mayor influencia en la generación de residuos es el cambio de población y el crecimiento anual de población estimado de las 15 municipalidades para el período de planificación como se ve en el Cuadro 3.3c.

ii. Previsiones de Cantidad de Residuos

Basándose en los resultados del WACS y la suposición arriba descrita, las previsiones sobre el índice de generación de RSM se presentan en el Cuadro 3.3d.

Cuadro 3.3d Previsiones sobre el Índice de Generación de Residuos

	Unidad	1994	2000	2006
1. RSM				
Viviendas	g/persona/día	961	1,020	1,083
Tiendas	g/tienda/día	3,186	3,382	3,590
Restaurantes	g/tienda/día	31,958	33,924	36,011
Mercados	g/tienda/día	5,961	6,328	6,717
Barrido*	g/empleador/día	78	83	88
para 14 munic.				
para Asunción	g/km/día	39,950	39,950	39,950
Hospitalarios	g/km/día	(254,700)	(254,700)	(254,700)
Voluminosos	g/cama/día	4,000	4,246	4,507
2. Otros Residuos	g/persona/día	0.6	0.6	0.7
	g/persona/día	30	32	34

Nota : * El índice de generación para Asunción mostrado en paréntesis es calculado por la cantidad dispuesta actualmente observada por la báscula para camiones en el relleno de Cateura, mientras que los índices para las restantes 14 municipalidades es el que se obtuvo por el WACS realizado por el Equipo de Estudio de JICA.

acb. Previsiones sobre Composición de Residuos

En el Cuadro 3.3e los resultados del WACS sobre composición de los residuos domiciliarios y RSM (excluyendo residuos de barrido y voluminosos) son comparados con datos sobre Río de Janeiro en Brasil proporcionados por el Centro de Investigación Aplicada del COMLURB (Compañía Municipal de Limpieza Urbana de Río de Janeiro), Pinang en Malaysia en 1987 y Tokio, Japón en 1972.

Cuadro 3.3e Comparación de Datos sobre Composición de RSM unidad:%

	Residuos Domiciliarios a partir del WACS	RSM * a partir del WACS	Pinang ** Malaysia 1987	Tokio Japón 1972	Río de Janeiro 1991
1. Combustibles	71.1	72.8	88.1	89.0	79.1
Residuos de Cocina	36.6	37.4	32.8	25.9	33.9
Papel	6.4	10.2	25.5	35.6	27.1
Textiles	1.3	1.2	3.4	3.2	2.7
Plástico	3.9	4.2	11.2	6.9	12.7
Hierba y Madera	22.2	19.2	14.4	-	2.0
Cuero y Goma	0.7	0.6	0.8	0.8	0.7
Otros	-	-	-	16.6	-
2. No Combustibles	28.9	27.2	12.0	11.0	20.4
Metal	1.3	1.3	2.6	3.7	3.1
Vidrio	3.1	3.5	1.4	7.3	2.2
Cerámica y Piedra	2.5	2.5	0.2	-	0.4
Otros(tierras, etc.)	22.0	19.9	7.8	-	14.7
Total	100	100	100	100	99.5
Gravedad Específica Aparente (kg/m ³)	220	215	190	N.A.	209

Nota: WACS : Estudio de Cantidad y Composición de Residuos
 * : La figura muestra la composición de los RSM aparte de los de barrido y voluminosos.
 ** Fuente : "Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos para las Municipalidades de Pulau Pinang y Sebarang Perai, Agosto de 1989, JICA"

Referente al Cuadro 3.3e, el esquema de la composición de residuos en el 2006 es establecido como sigue:

- Los índices de papel y plástico crecerán hasta en un 24% y 7% respectivamente como se ve en Malaysia y Brasil.
- El porcentaje de hierba y madera bajará hasta en un 10% debido a la reducción en la vegetación del área urbana.
- El índice de tierras (otros) bajará hasta en un 11% debido al aumento del porcentaje de calles pavimentadas.
- Otras fracciones solo serían consideradas cambios menores.

Basándose en lo arriba mencionado, la previsión de composición de RSM es realizada y tabulada en el Cuadro 3.3f.

Cuadro 3.3f Previsión de Composición de los RSM unidad: %

Composición	1994	2000	2006
1. Combustibles	72.8	75	79
Residuos de Cocina	37.4	36	34
Papel	10.2	18	24
Textiles	1.2	2	3
Plásticos	4.2	5	7
Hierba y Madera	19.2	13	10
Cuero y Goma	0.6	1	1
2. No Combustibles	27.2	25	21
Metal	1.3	2	3
Vidrio	3.5	5	5
Cerámica y Piedra	2.5	2	2
Otros (Tierras, etc.)	19.9	16	11
Total	100.0	100.0	100.0

Nota: Los RSM aquí excluyen los de barrido y voluminosos.

acc. Previsión del Valor Calorífico

En el caso de que no se introduzca un sistema de recolección separada, el VCI de los residuos mezclados es estimado en el Cuadro 3.3g.

Cuadro 3.3g Previsión del Valor Calorífico Inferior

Año	Valor Calorífico Inferior (kcal/kg)
	Mixto
1993	1,192
2000	1,425
2006	1,697

Nota: Los RSM excluyen los de barrido y los voluminosos.

ad. Futuro Flujo de Residuos

Los futuros flujos de residuos en el 2006 de las 15 municipalidades son preparados y presentados en los Cuadros 3.3h, 3.3i, 3.3j.

Cuadro 3.3h Flujo de Residuos en el 2006 (1) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Asunción	F.Mora	Lambaré	San Lorenzo	Capiatá
Generación de Residuos		824	158	203	325	225
Reciclaje en la Generación		30	7	9	14	10
Disposición Propia en la Generación		119	22	29	99	67
Cantidad Recolectada		675	129	165	212	148
Reciclaje de Descarga a Disposición		24	5	7	11	8
Otros Residuos(RSI)		19	4	6	9	6
Cantidad Dispuesta		670	128	164	210	146

Cuadro 3.3i Flujo de Residuos en el 2006 (2) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Luque	M.R. Alonso	Villa Elisa	Nemby	J.A. Saldivar
Generación de Residuos		294	139	104	80	6
Reciclaje en la Generación		13	6	5	3	0
Disposición Propia en la Generación		84	43	24	22	3
Cantidad Recolectada		197	90	75	55	3
Reciclaje de Descarga a Disposición		10	5	4	3	0
Otros Residuos(RSI)		8	4	3	2	0
Cantidad Dispuesta		195	89	74	54	3

Cuadro 3.3j Flujo de Residuos en el 2006 (3) unidad:ton/día

Items	Municipalidad	Itá	Areguá	Limpio	Villa Hayes	B. Aceval
Generación de Residuos		33	11	70	25	14
Reciclaje en la Generación		1	0	3	1	1
Disposición Propia en la Generación		9	5	29	8	6
Cantidad Recolectada		23	6	38	16	7
Reciclaje de Descarga a Disposición		1	0	2	1	0
Otros Residuos (RSI)		1	0	2	1	0
Cantidad Dispuesta		23	6	38	16	7