



No.



REPUBLICA DE CUBA

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y
MEDIOAMBIENTE DE LA CIUDAD DE LA HABANA

DIRECCION PROVINCIAL DE SERVICIOS COMUNALES

**ESTUDIO
DEL
PLAN DE MANEJO INTEGRAL
DE
LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS
EN LA CIUDAD DE LA HABANA
- REPUBLICA DE CUBA -**

**Informe Final
« Volumen II: Informe Principal »**



MARZO, 2007

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

**NIPPON KOEI CO., LTD.
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL**

LISTA DE VOLUMENES

Volumen I : Resumen

Volumen II : Informe Principal

Volumen III: Informe Complementario

Volumen IV : Libro de Datos

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Cuba, el Gobierno del Japón decidió realizar el “Estudio sobre el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Ciudad de La Habana” y encomendó para ello a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA seleccionó y envió un equipo de estudios e incluyó a expertos de NIPPON KOEI CO., LTD. y PACIFIC CONSULTANT INTERNATIONAL entre enero de 2004 y enero de 2006. Además, JICA creó un comité asesor encabezado por el Dr. Mitsuo Yoshida, Asesor Principal, Agencia para la Cooperación Internacional, JICA, el cual evaluó el estudio desde el punto de vista especialista y técnico.

El equipo sostuvo discusiones con los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Cuba y realizó estudio de campo en el área de estudios. Después de su regreso a Japón, el estudio realizó otros análisis y preparó este informe final.

Confío en que este informe contribuirá al fomento de este proyecto y fortalecerá las relaciones de amistad entre nuestros dos países.

Finalmente, quisiera expresar mi sincero agradecimiento a los funcionarios del Gobierno de la República de Cuba por su estrecha cooperación a lo largo del estudio.

Marzo 2007

Ariyuki Matsumoto
Vice Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Marzo 2007

Sr. Ariyuki Matsumoto
Vice Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Tokyo, Japón

Carta de Comunicación

Estimado Sr:

Nos es grato enviarle adjunto el Informe Final del “Estudio sobre el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Habana”.

En la Ciudad de La Habana, Cuba, se han realizado esfuerzos para la recogida, transportación y eliminación adecuada de los residuos generados en la vida cotidiana de sus pobladores con el propósito de garantizar la salud pública. No obstante, el manejo de estos residuos sólidos, tales como el mantenimiento y sustitución de los vehículos de recogida y transportación y la operación en los vertederos ha resultado muy difícil debido a la seria situación económica después del colapso de la Unión Soviética. Como que la capacidad de los interesados en la Ciudad de La Habana no ha podido evitar la contaminación ambiental provocada por el manejo inadecuado de los residuos sólidos, el medioambiente en la región se ha ido deteriorando gradualmente.

A fin de enfrentar este problema en el manejo de los residuos sólidos, el Estudio se dirigió a la formulación de un Plan Maestro para la Ciudad de La Habana hasta el año 2015 además de realizar el estudio de factibilidad para los proyectos prioritarios, a través de la implementación y verificación de proyectos piloto. El Estudio también llevó a cabo la capacitación de la contraparte cubana para fortalecer la capacidad de manejo de los residuos sólidos a través del trabajo conjunto durante el Estudio.

Queremos expresar nuestra sincera gratitud a los funcionarios de JICA, el Comité Asesor de JICA, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Medioambiente, la Embajada del Japón en la República de Cuba y los expertos de JICA para la Colaboración en Cuba por su apoyo permanente a lo largo del Estudio. Quisiéramos también expresar nuestra mas alta gratitud al Gobierno de la República de Cuba, especialmente a las contrapartes, por su participación activa en el Estudio.

Finalmente, esperamos que los resultados del Estudio contribuyan profundamente a mejorar el manejo de los residuos sólidos en la Ciudad de La Habana y a fomentar una larga amistad y colaboración entre las naciones de Cuba y Japón.

Atentamente,

Equipo de Estudios de JICA

Principales Cuestiones del Estudio

El Estudio consistió en: (1) la formulación de un plan maestro (P/M) para el manejo de los residuos sólidos urbanos (MRSU) en la Ciudad de La Habana con vistas al año 2015; (2) un proyecto piloto para comprobar la viabilidad de los proyectos sugeridos en el plan maestro; (3) Un estudio de factibilidad para el proyecto más prioritario de los incluidos en el plan maestro; y (4) Capacitación del personal de la contraparte cubana con responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos.

EL Plan Maestro:

1. El P/M promulgó los siguientes proyectos para elevar la eficiencia operacional y la ejecución ambiental del manejo de residuos sólidos en La Habana:
 - (1) Reciclables: Recuperación de reciclables a partir de los residuos segregados en dos nuevas plantas de reciclaje (vertederos Nuevo Guanabacoa y Calle 100)
 - (2) Compostaje comunitario: En dos nuevas plantas de compostaje (Nuevo Guanabacoa y Calle 100) con el empleo de los residuos de cocina segregados.
 - (3) Compostaje doméstico: A introducir en las viviendas de ocho municipios suburbanos y ampliar gradualmente el número de viviendas participantes al menos hasta el 2015.
 - (4) Recogida selectiva: A introducir inicialmente en dos municipios urbanos y después en siete municipios urbanos. Incluye la adquisición de vehículos para la recogida de residuos y contenedores.
 - (5) Nuevos vertederos: Construcción de tres nuevos vertederos sanitarios (Nuevo Guanabacoa para la parte este de la ciudad, y Calle 100 y Nuevo Sitio 1 para la parte occidental) además de la adquisición de equipos pesados para las operaciones de los vertederos.
 - (6) Cierre de vertederos: Cierre de 11 vertederos utilizando medidas ambientales adecuadas. Ellos son: los nueve vertederos de período especial, el actual vertedero de Guanabacoa y el actual vertedero de Calle 100 y su área de expansión.
 - (7) Talleres de mantenimiento: Adquisición de equipos y herramientas para elevar la capacidad funcional de los actuales talleres de reparación y mantenimiento.
2. A la hora de implementar los proyectos antes mencionados se adoptarán las medidas de mitigación y los planes de monitoreo ambientales especificadas en la EvIA realizada durante el Estudio. De manera similar, se tendrán en cuenta los aspectos

sociales y se llevará a cabo la concientización como parte integral de la ejecución de cada proyecto propuesto en el P/M.

3. Los proyectos propuestos se implementarán durante el período del P/M comprendido entre el 2007 y el 2015. La figura adjunta muestra los componentes y el cronograma previsto de los proyectos propuestos, así como las actividades complementarias pertinentes.
4. El costo estimado de los proyectos es de USD 96.7 millones en moneda libremente convertible (MLC) y CUP 138.4 millones en moneda nacional (MN) a los precios del 2005. A continuación se muestra el desglose del costo.

	<u>MLC (USD millones)</u>	<u>MN (CUP millones)</u>
Costo de capital	81.9	40.0
<u>Costo de O/M para 9 años</u>	<u>14.8</u>	<u>98.4</u>
Total	96.7	138.4

5. Dentro del análisis económico, se consideraron cuatro aspectos que proporcionan beneficios económicos, y los costos y beneficios económicos se calcularon por separado para la parte en moneda extranjera y la parte en moneda nacional. Los resultados indican que los proyectos no son viables desde el punto de vista económico para la parte en moneda extranjera. Sin embargo, debido a las dificultades para asignar un valor monetario para el beneficio más importante, a saber, el mejoramiento de la higiene y las condiciones de vida de la Ciudad, no se calculó su contribución al beneficio neto para una evaluación económica total. En este tipo de proyecto de servicio público, la viabilidad económica no debe verse como un factor crítico puesto que la Ciudad está en la obligación de suministrar el servicio a un nivel aceptable para preservar la salud pública y proporcionar condiciones higiénicas de vida.
6. En cuanto a los aspectos financieros del manejo de residuos sólidos, la entidad a cargo de la operación podría no ser autofinanciada con respecto a los trabajos de operación y mantenimiento (O/M). Para lograr una O/M sostenible, el Gobierno deberá absorber el costo de depreciación de las instalaciones y equipos por cuenta del estado (sin cargo a la cuenta de la entidad a cargo de la operación) y subsidiar el MRSU asumiendo el déficit en los ingresos hasta que la DPSC esté autorizada para cobrar todas las tarifas a los beneficiarios.
7. El P/M incluye la propuesta de reestructuración de las responsabilidades de las actuales entidades, la DPSC/UPPH y las DMSCs fungirán exclusivamente como reguladores/supervisores, mientras que las nuevas Empresas Aurora fungirán como

proveedoras del servicio. Se proponen seis nuevas Auroras, tres para la recogida de residuos, (cada una en las zonas oriental, central y occidental de la ciudad), una para las operaciones de los vertederos, una para el manejo y arrendamiento de equipos a las otras Auroras y una última como unión de empresas que dirigirá a las otras cinco empresas a ella subordinadas.

Proyecto Piloto:

8. El proyecto piloto (PP) implementado como parte del Estudio del P/M constaba de operaciones piloto para: (i) la descarga y recogida selectivas, (ii) el compostaje comunitario, (iii) el compostaje doméstico y (iv) el pesaje de los residuos recogidos. Asimismo, las operaciones del vertedero, que incluyeron el recubrimiento diario de los residuos con tierra, se llevaron a cabo como un programa de capacitación para el personal de la contraparte (C/P) y las actuales entidades operativas (la UPPH y las DMSC).
9. Las principales lecciones aprendidas en el PP fueron las siguientes:
 - (1) Descarga y recogida segregada: La descarga segregada por parte de los residentes no siempre fue satisfactoria en la etapa inicial, pero la ulterior intensificación de las actividades de concientización demostró las posibilidades de mejorarla hasta alcanzar un nivel aceptable. Sin embargo, luego del período intensivo la calidad de la segregación disminuyó otra vez, lo que indica la necesidad de una concientización sistemática para lograr una descarga segregada sostenible. Asimismo, el PP demostró la importancia de que las personas que toman las decisiones comprendan la relevancia de la concientización y de poseer un sistema confiable de recogida de residuos con equipos apropiados.
 - (2) Compostaje comunitario: El ensayo de compostaje realizado en el PP tuvo sólo resultados limitados debido fundamentalmente a la segregación inadecuada de los residuos de cocina y la falta de apoyo técnico experimentado. No se pudo asegurar del todo la calidad de la producción de composte y, por tanto, necesita ser mejorada aún más y confirmada mediante la ejecución ulterior de un nuevo proyecto piloto
 - (3) Compostaje doméstico: La mayoría de los residentes que participaron en el PP estuvieron dispuestos a realizar el compostaje doméstico, pero algunos (11 de 40) no se mostraron tan activos. La calidad del compostaje doméstico se

consideró aceptable para su uso en la jardinería y agricultura domésticas durante el período del proyecto piloto con monitoreo y seguimiento por parte de los miembros de la C/P y el Equipo de Estudio. Sin embargo, después de este período algunas viviendas no continuaron con el compostaje. Por consiguiente, se deberá adoptar un enfoque más funcional y comunitario para que se arraigue el compostaje doméstico.

- (4) Pesaje de los residuos en una báscula: El personal enviado de la UPPH y las DMSCs pudo realizar el trabajo correctamente. El pesaje está dentro de la capacidad del actual personal siempre que se proporcione entrenamiento apropiado.
- (5) Operación del vertedero: La eliminación de los residuos por el método de celdas con el necesario recubrimiento de tierra incrementó el uso de equipos pesados con el consiguiente aumento del consumo de combustible. La planificación adecuada de las operaciones, o sea, el uso del tipo y la cantidad precisa de vehículos, la planificación de la secuencia ordenada de las operaciones, etc., resulta esencial para minimizar el incremento de los costos.

Estudio de Factibilidad:

10. Se realizó un estudio de factibilidad (E/F) para el proyecto más prioritario, a saber, la adquisición de los equipos que se necesitan con urgencia para las actuales operaciones relacionadas con el MRSU. Los equipos que deberán adquirirse son 12 vehículos de recogida (camiones compactadores de 18 m³, 27 equipos pesados (9 buldózers, 6 camiones de volteo, 3 camiones cisterna, 4 palas mecánicas, 2 palas excavadoras, 2 cargadores frontales y 1 camión de remolque), 62 equipos y herramientas para el taller de mantenimiento de los vehículos y 28 equipo y herramientas para el taller de mantenimiento de equipos pesados y dos talleres móviles. El costo total por concepto de adquisición se calcula en USD 13.68 millones en MLC y CUP 15.31 millones en MN a los precios del 2005.
11. En lo tocante a las consideraciones financieras, la entidad operativa será sostenible financieramente para los trabajos de O/M de los equipos con la condición de que el gobierno brinde el apoyo descrito en el punto 6 más arriba.

Capacitación:

12. Uno de los objetivos del Estudio fue la capacitación de los integrantes de la C/P asignados al Estudio. La capacitación se llevó a cabo a través de (i) conferencias, (ii) entrenamiento en el propio puesto de trabajo, (iii) participación en talleres y reuniones con las comunidades y (iv) entrenamiento en Japón.
13. La evaluación de los logros de la capacitación se realizó a mediados y al final del Estudio y arrojó que los miembros de la C/P alcanzaron un nivel satisfactorio (de excelente a satisfactorio en dependencia del miembro de la C/P) de conocimientos y habilidades con respecto al MRSU, así como quedaron incentivados para continuar contribuyendo a este trabajo en el futuro.

El Plan Maestro - Cronograma de Implementación Propuesto

Descripción	Año											Observaciones	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Proyecto propuesto:													
1 Recogida y Transportación													
1.1													
(1)													
(2)													
1.2													
(1)													
(2)													
1.3													
(1)													
(2)													
(3)													
(4)													
1.4													
2 Vertederos													
2.1													
(1)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
(2)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
(iv)													
(3)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
(iv)													
2.2													
(1)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
(2)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
(3)													
(i)													
(ii)													
(iii)													
80 ha 24 ha													
3 Fortalecimiento de los Talleres de Mantenimiento													
3.1													
3.2													
4 Reciclaje y Compostaje													
4.1													
(1)													
(2)													
Calle 100 New Guanabacoa													
4.2													
(1)													
(2)													
(3)													
(4)													
New Guanabacoa Calle 100													
4.3													
(1)													
(2)													
(3)													
(4)													
Total: 43,000 unidos													
Gradualmente área extendió													
Actividades Complementarias													
5 Regulaciones y Normas													
5.1													
(1)													
(2)													
(3)													
5.2													
(1)													
(2)													
(3)													
6 Aspectos Organizativos e Institucionales													
6.1													
6.2													
6.3													
6.4													

Leyenda: Continuous Activity Actividad Periódica Inicio de Operaciones

Volumen II : INFORME PRINCIPAL

Indice

PARTE 1 INTRODUCCION DEL ESTUDIO

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1	Antecedentes del Estudio	1.1-1
1.2	Objetivos del Estudio	1.1-2
1.3	Alcance del Estudio	1.1-2
1.4	Area del Estudio	1.1-3
1.5	Período del Estudio	1.1-4
1.6	Contrapartes Cubanas	1.1-4
1.7	Informe Final.....	1.1-4

CAPITULO 2 CONDICIONES ACTUALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1	Descripción del Área de Estudio.....	1.2-1
2.2	Medio Ambiente Natural.....	1.2-1
2.2.1	Clima	1.2-1
2.2.2	Hidrología.....	1.2-1
2.3	Condiciones Socioeconómicas y Divisiones Administrativas	1.2-2
2.3.1	Condiciones Socioeconómicas	1.2-2
2.3.2	Sistema Administrativo	1.2-5
2.4	Uso Actual de la Tierra.....	1.2-6

PARTE 2 EL PLAN MAESTRO

CAPITULO 1 FORMULACION DEL PLAN MAESTRO

1.1	Formación Conjunta para la Formulación del Plan Maestro	2.1-1
1.2	Pasos en la Formulación del Plan Maestro y Aspectos Considerados	2.1-2

CAPITULO 2 RECOLECCION DE DATOS, ESTUDIOS DE CAMPO Y TALLERES

2.1	Recolección de Datos y Preparación.....	2.2-1
2.2	Estudios de Campo y Encuestas.....	2.2-1
2.2.1	Estudio de la Cantidad y la Calidad de los Residuos	2.2-1
2.2.2	Estudio del Mercado de Reciclaje	2.2-6
2.2.3	Estudio de la Cantidad de RSU Transportada a los Vertederos.....	2.2-8

2.2.4	Estudio de Tiempo y Movimiento	2.2-12
2.2.5	Estudio de la Calidad del Agua en los Vertederos	2.2-16
2.2.6	Estudio de la Conciencia Ambiental de los Ciudadanos en General y de los Habitantes en los Alrededores de las Instalaciones de RSU.....	2.2-19

CAPITULO 3 CONDICIONES ACTUALES DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

3.1	Marco Organizativo e Institucional.....	2.3-1
3.1.1	Estructura Organizativa del MRSU de Ciudad de La Habana	2.3-1
3.1.2	Responsabilidades, Organización y Personal de las Organizaciones Afines	2.3-2
3.1.3	Leyes y Regulaciones Relacionadas con el Manejo de los Residuos Sólidos	2.3-3
3.1.4	Plan Existente para el MRSU	2.3-4
3.2	Situación Financiera.....	2.3-4
3.2.1	Gastos del Gobierno en el MRSU	2.3-4
3.2.2	Gastos de MRSU en la Ciudad de La Habana.....	2.3-6
3.3	Reciclaje.....	2.3-7
3.3.1	Sistema de Reciclaje Existente.....	2.3-7
3.3.2	Potencial de Mercado	2.3-10
3.4	Compostaje.....	2.3-11
3.4.1	Sistema de Compostaje Existente.....	2.3-11
3.4.2	Potencial de Mercado	2.3-12
3.5	Recogida y Transportación.....	2.3-13
3.5.1	Residuos Recogidos por Tipo.....	2.3-13
3.5.2	Entidades que Llevan a Cabo la Operación y Sistema de Recogida.....	2.3-13
3.5.3	Población en las Áreas Bajo la UPPH y la DMSC.....	2.3-14
3.5.4	Cantidad Estimada de Residuos Sólidos a Recoger por la UPPH y la DMSC.....	2.3-14
3.5.5	Vertimiento Ilegal de Residuos.....	2.3-15
3.6	Disposición de los Residuos Sólidos	2.3-15
3.6.1	Número de Vertederos Existentes.....	2.3-15
3.6.2	Método de Disposición en los Vertederos	2.3-18
3.7	Talleres de Mantenimiento.....	2.3-18
3.7.1	Esquema de los Talleres	2.3-19
3.7.2	Condiciones de Trabajo en los Talleres	2.3-21
3.7.3	Estado de la Adquisición de Vehículos y Piezas	2.3-22
3.8	Marco de las Consideraciones Ambientales Y Sociales.....	2.3-22

3.9	Concientización del MRSU	2.3-31
3.10	MRS de Industriales y Hospitalarios	2.3-34
3.10.1	MRS de Industriales	2.3-34
3.10.2	Manejo de los Desechos de Hospitales	2.3-36

CAPITULO 4 NECESIDAD DE MEJORAR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE LA HABANA

4.1	Marcos Organizativos Institucionales	2.4-1
4.1.1	Aspectos Organizativos	2.4-1
4.1.2	Marco Legal y su Fortalecimiento.....	2.4-3
4.1.3	Estructura Inadecuada de Operación y Mantenimiento.....	2.4-4
4.2	Aspectos Financieros	2.4-5
4.2.1	Presupuestos Gubernamentales Limitados	2.4-5
4.2.2	Necesidad de Revisar las Tarifas	2.4-5
4.2.3	Reducción Potencial de Costos	2.4-6
4.3	Reciclaje.....	2.4-7
4.3.1	Necesidad de Introducir la Separación de Residuos.....	2.4-7
4.3.2	Instalaciones para Una Recuperación Eficiente de Materias	2.4-7
4.3.3	Estímulo para la Recuperación de Material Reciclable.....	2.4-7
4.4	Compostaje.....	2.4-8
4.4.1	Necesidad de la Recogida Selectiva de Residuos Orgánicos.....	2.4-8
4.4.2	Necesidad de Instalaciones Adecuadas para el Compostaje.....	2.4-8
4.5	Recogida y Transportación.....	2.4-8
4.5.1	Escasez de Vehículos en el Área Atendida por la UPPH.....	2.4-8
4.5.2	Sustitución de los Contenedores de PEAD por Contenedores Metálicos.	2.4-9
4.5.3	Vehículos de Recogida utilizados Venlas Áreas Atendidas por las DMSC.	2.4-9
4.5.4	Concientización para lograr la Cooperación de los Residentes en la Descarga de Residuos.....	2.4-9
4.6	Disposición Final	2.4-10
4.6.1	Vertederos Sanitarios y Ecológicos	2.4-10
4.6.2	Administración de los Vertederos.....	2.4-10
4.7	Taller de Mantenimiento	2.4-11
4.7.1	Regulaciones sobre la Revisión del Rendimiento en los Equipos Mecánicos.....	2.4-11
4.7.2	Piezas de Repuesto y Mantenimiento de los Equipos	2.4-11
4.7.3	Procedimiento para la Adquisición de Piezas y Equipos.....	2.4-12
4.8	Concientización y Participación Ciudadana	2.4-12
4.8.1	Necesidad de Programas de Concientización.....	2.4-12

4.8.2	Coordinación entre la DPSC el Organismo Coordinador de la EPEA	2.4-12
4.9	Aspectos Sociales y Ambientales.....	2.4-13
4.9.1	Identificación y Difusión de los Problemas	2.4-13
4.9.2	Intensificación de Estudios Sociales	2.4-14

CAPITULO 5 EL PLAN MAESTRO

5.1	Objetivo y Alcance del Plan Maestro.....	2.5-1
5.2	Marco Socio-Económico.....	2.5-2
5.2.1	Población	2.5-2
5.2.2	Perspectivas Económicas	2.5-3
5.2.3	Clasificación de los Municipios por la Utilización de la Tierra	2.5-5
5.3	Proyección Futura de la Generación de Residuos Sólidos.....	2.5-5
5.3.1	Índice unitario de Generación y Composición de los Residuos	2.5-6
5.3.2	Pronóstico de la Generación de Residuos Sólidos	2.5-7
5.4	Visión a Largo Plazo hasta el Año 2025	2.5-8
5.4.1	Objetivo de la Formulación de Una Visión a Largo Plazo hasta el 2025	2.5-8
5.4.2	Escenarios Económicos Alternativos	2.5-8
5.4.3	Visión a Largo Plazo del MRSU	2.5-10
5.5	Estrategias para el MRSU en Ciudad de La Habana hasta el año 2015.....	2.5-14
5.5.1	Estrategia Básica	2.5-14
5.5.2	Componentes de la Estrategia	2.5-14
5.6	Plan General del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos	2.5-17
5.6.1	Cantidad de Residuos para la Planificación	2.5-17
5.6.2	Plan Básico para el Compostaje y el Reciclaje.	2.5-23
5.6.3	Plan de Recogida y Transportación	2.5-24
5.6.4	Plan para los Sitios de Disposición Final	2.5-26
5.6.5	Plan de Monitoreo Ambiental.....	2.5-31
5.7	Plan de Reciclaje.....	2.5-32
5.7.1	Política de Planificación	2.5-32
5.7.2	Materiales y Cantidad a Reciclar.....	2.5-33
5.7.3	Plan de Reciclaje	2.5-34
5.7.4	Cronograma de Implementación y Costo Estimado.....	2.5-38
5.8	Compostaje.....	2.5-40
5.8.1	Política de Planificación.....	2.5-40
5.8.2	Cantidad de Compost Producido.....	2.5-40
5.8.3	Plan de Compostaje	2.5-42
5.8.4	Cronograma de Implementación y Estimado de Costos	2.5-45

5.9	Plan de Recogida y Transportación.....	2.5-47
5.9.1	Política de Planificación.....	2.5-47
5.9.2	Condiciones Básicas de Planificación.....	2.5-47
5.9.3	Introducción del Sistema de Recogida Selectiva en las Áreas Atendidas por la UPPH.....	2.5-54
5.9.4	Mejoramiento del sistema de recogida y transportación en áreas periféricas (área cubierta por las DMSC).....	2.5-60
5.9.5	Mantenimiento de Vehículos y Equipos.....	2.5-63
5.9.6	Plan de Empleo.....	2.5-67
5.9.7	Cronograma de Implementación y Estimación de Costos.....	2.5-68
5.10	Plan de Disposición Final.....	2.5-70
5.10.1	Concepto de Planificación.....	2.5-70
5.10.2	Estimado de la Capacidad Restante de los Vertederos Existentes.....	2.5-71
5.10.3	Plan de Cierre de los Vertederos Existentes.....	2.5-73
5.10.4	Plan de Desarrollo de Nuevos Vertederos.....	2.5-74
5.10.5	Tipos de Sitios de Disposición Final.....	2.5-77
5.10.6	Instalación de Membrana.....	2.5-85
5.10.7	Operación de los Vertederos.....	2.5-87
5.10.8	Taller Central para los Vertederos.....	2.5-91
5.10.9	Plan de Personal.....	2.5-93
5.10.10	Cronograma de Aplicación y Estimado de Costos.....	2.5-94
5.11	Consideraciones Ambientales y Sociales.....	2.5-99
5.11.1	Procedimiento para la EvIA.....	2.5-99
5.11.2	Proyectos que Requieren EvIA.....	2.5-100
5.11.3	Resultados del EAI (Alcance).....	2.5-103
5.11.4	Necesidad de EvIA.....	2.5-103
5.11.5	Medidas de Mitigación.....	2.5-110
5.11.6	Plan de Monitoreo Ambiental.....	2.5-111
5.12	Sensibilización.....	2.5-116
5.12.1	Aspectos Generales.....	2.5-116
5.12.2	Fortalecimiento de la Estructura Organizativa de la Sensibilización.....	2.5-116
5.12.3	Brindar Información al Público.....	2.5-117
5.12.4	Organización de la Sensibilización y la Participación Ciudadana.....	2.5-118
5.12.5	Capacitación del Personal y los Capacitadores.....	2.5-119
5.12.6	Monitoreo del Nivel de Percepción de la Población.....	2.5-120
5.12.7	Programas de Sensibilización para la Introducción del Sistema Ecológico de MRSU.....	2.5-120
5.12.8	Estimado de Costo.....	2.5-121
5.13	Cronograma de Implementación y Estimado de Costo.....	2.5-122

5.13.1	Cronograma de Implementación	2.5-122
5.13.2	Estimado de Costo	2.5-124
5.13.3	Cronograma de Desembolsos (a los precios de 2005).....	2.5-126
5.13.4	Total de Fondos Necesarios.....	2.5-127
5.14	Plan Institucional y Organizativo.....	2.5-129
5.14.1	Alternativas al Marco Organizativo	2.5-129
5.14.2	Propuesta de Marco Organizativo	2.5-130
5.14.3	Propuesta de Estructura Organizativa para la Aurora.....	2.5-133
5.14.4	Dirección Organizativa y Capacitación del Personal	2.5-138
5.14.5	Reforzamiento del Marco Legal.....	2.5-140
5.15	Fuentes de Financiamiento.....	2.5-144
5.15.1	Alternativas de Financiamiento.....	2.5-144
5.15.2	Fuentes financieras	2.5-151

CAPITULO 6 EVALUACION DEL P/M Y RECOMENDACIONES

6.1	Evaluación del P/M.....	2.6-1
6.1.1	Comparación de los Casos “con” y “sin” P/M	2.6-1
6.1.2	Resumen de la Evaluación de la Solidez del P/M.....	2.6-4
6.1.3	Adaptabilidad Técnica.....	2.6-5
6.1.4	Viabilidad Económica	2.6-7
6.1.5	Viabilidad Financiera de la Entidad Operativa.....	2.6-16
6.1.6	Adaptabilidad Institucional	2.6-22
6.1.7	Aceptación Comunitaria.....	2.6-23
6.1.8	Impactos Ambientales	2.6-25
6.1.9	Evaluación General del P/M.....	2.6-27
6.2	Recomendaciones para la Implementación del P/M.....	2.6-28
6.2.1	Promoción del Plan Maestro (P/M).....	2.6-28
6.2.2	Recomendaciones para la Implementación de los Components del P/M	2.6-29
6.2.3	Monitoreo de la Implementación del Plan Maestro	2.6-34
6.3	Recomendaciones sobre el Manejo de Residuos Industriales y Desechos Hospitalarios.....	2.6-36
6.3.1	Recomendaciones sobre el Mejoramiento del Manejo de los Residuos Sólidos Industriales.....	2.6-36
6.3.2	Recomendaciones sobre el mejoramiento del Manejo de los Desechos Hospitalarios	2.6-37

PARTE 3 PROYECTO PILITO

CAPITULO 1 CRITERIOS DE SELECCION

1.1	Objetivos de la Implementación del PP	3.1-1
1.1.1	Objetivos Contemplados en el Informe de Origen	3.1-1
1.1.2	Objetivos Adicionales y Consideraciones	3.1-1
1.2	Criterios y Procesos de Selección	3.1-2
1.3	Formulación de proyectos	3.1-3
1.3.1	Determinación de los componentes del proyecto: Paso 1-1	3.1-3
1.3.2	Formulación del Paquete de Proyecto: Paso 1-2	3.1-4
1.3.3	Selección del Emplazamiento del Proyecto	3.1-5
1.3.4	Cumplimiento de los Objetivos Adicionales: Paso3	3.1-6
1.3.5	Pesaje de los Residuos	3.1-6
1.3.6	Componentes del PP Formulados	3.1-6
1.4	Breve resumen de la Implementación del PP por Componente de Trabajo	3.1-7
1.4.1	Recogida Selectiva	3.1-7
1.4.2	Compostaje	3.1-8
1.4.3	Programa de Concientización	3.1-10
1.4.4	Pesaje de los residuos	3.1-11
1.4.5	Construcción de Celdas y Recubrimiento de los Residuos con Tierra en el Vertedero	3.1-12

CAPITULO 2 PROYECTO PILOTO SELECCIONADO

2.1	Paquete de Proyecto Priorizado	3.2-1
2.1.1	Descarga y Recogida Selectivas	3.2-1
2.1.2	Compostaje	3.2-3
2.1.3	Sensibilización	3.2-7
2.1.4	Ubicación del paquete de proyecto prioritario	3.2-9
2.2	Pesaje de los Residuos	3.2-10
2.3	Construcción de Celdas y Recubrimiento con Tierra en el Vertedero	3.2-10

CAPITULO 3 ORGANIZACION DE LA IMPLEMENTACION Y DISTRIBUCION DE LOS COSTOS

3.1	Organización de la Implementación	3.3-1
3.2	Distribución de los Costos entre las Partes Cubana y Japonesa	3.3-2

CAPITULO 4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

4.1	Cronograma General de Implementación	3.4-1
-----	--	-------

4.2	Adquisición de Equipos y Materiales	3.4-1
4.3	Período de Trabajo Real.....	3.4-2

CAPITULO 5 COMPROBACION DE LOS LOGROS DEL PROYECTO PILOTO

5.1	Logros del PP	3.5-1
5.1.1	Revisión de la Ejecución del PP en Mayo de 2005	3.5-1
5.1.2	Descarga Selectiva y Recogida Selectiva.....	3.5-7
5.1.3	Compostaje.....	3.5-19
5.1.4	Actividades de Concientización	3.5-22
5.1.5	Pesaje de los Residuos.....	3.5-24
5.1.6	Construcción de Celdas y Cubrimiento Diario con Tierra	3.5-25
5.2	Comprobación de la Efectividad de los Proyectos Propuestos en el Plan Maestro	3.5-28
5.2.1	Descarga Separada y Recogida Selectiva.....	3.5-28
5.2.2	Compostaje.....	3.5-31
5.2.3	Sensibilización.....	3.5-33
5.2.4	Pesaje de los Residuos.....	3.5-41
5.2.5	Construcción de Celdas y Recubrimiento Diario de los Residuos con Tierra.....	3.5-42
5.3	Retroalimentación al Plan Maestro	3.5-43
5.3.1	Descarga separada y recogida selectiva	3.5-43
5.3.2	Compostaje.....	3.5-44
5.3.3	Concientización	3.5-46
5.3.4	Operación del vertedero	3.5-47
5.3.5	Resumen de los Aspectos de Retroalimentación a Incorporar en el Plan Maestro	3.5-47

PARTE 4 I ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPITULO 1 CRITERIOS Y PROCESO DE SELECCION

1.1	Criterios de Selección	4.1-1
1.2	Candidatos para Proyecto Prioritario para el Estudio de Factibilidad.....	4.1-2

CAPITULO 2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD EN EL PROYECTO PRIORITARIO

2.1	Detalles Acerca del Paquete de Proyecto Prioritario	4.2-1
2.1.1	Equipos Pesados para las Operaciones del Vertedero	4.2-1
2.1.2	Vehículos de Recogida	4.2-3
2.1.3	Equipos para los Talleres.....	4.2-5

2.2	Programa de Implementación	4.2-7
2.2.1	Cronograma de implementación	4.2-7
2.2.2	Entidad a Cargo de la Implementación	4.2-7
2.2.3	Trabajos Relacionados con la Adquisición.....	4.2-7
2.2.4	Plan de Control de Calidad.....	4.2-8
2.2.5	Entidad a Cargo de la Operación.....	4.2-8
2.3	Estimado de Costos	4.2-9
2.3.1	Equipos pesados y maquinaria para la operación de los vertederos	4.2-9
2.3.2	Vehículos de recogida y equipos de taller afines.....	4.2-9
2.4	Evaluación del Proyecto.....	4.2-10
2.4.1	Concepto de evaluación.....	4.2-10
2.4.2	Solidez Técnica	4.2-10
2.4.3	Viabilidad Financiera.....	4.2-11
2.4.4	Aspecto Socio-ambiental.....	4.2-14

PARTE 5 CAPACITACION

CAPITULO 1 OBJETIVO Y PROGRAMA PARA LA CAPACITACION DE LA CONTRAPARTE CUBANA

1.1	Objetivo y Meta del Programa de Capacitación	5.1-1
1.1.1	Objetivo y Meta.....	5.1-1
1.1.2	Nombramiento de las C/P para el PC	5.1-2
1.2	Matriz de Diseño de Proyecto para el PC	5.1-2
1.3	Metodologías y Enfoque para la Capacitación	5.1-3
1.3.1	Metodologías para la Capacitación	5.1-3
1.3.2	Enfoque para la Implementación del PC.....	5.1-4
1.4	Evaluación y Verificación de los Logros de la Capacitación.....	5.1-4
1.4.1	Evaluación de los Logros de la Capacitación.....	5.1-4
1.4.2	Verificación de los Logros de la Capacitación	5.1-5
1.4.3	Cronograma de Evaluación y Verificación.....	5.1-5

CAPITULO 2 IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE CAPACITACION

2.1	Talleres y Seminario de Capacitación.....	5.2-1
2.1.1	Primer Taller de Capacitación	5.2-1
2.1.2	Segundo Taller de Capacitación y Evaluación Parcial de los Logros.....	5.2-2
2.1.3	Tercer Taller de Capacitación y Evaluación de los Logros	5.2-2
2.1.4	Taller de Capacitación para las DMSC	5.2-3
2.1.5	Seminario.....	5.2-4

2.1.6	Componentes de la Capacitación en Otras Reuniones y Talleres.....	5.2-5
2.2	Capacitación en el Trabajo	5.2-8
2.2.1	Estudio de Campo y Análisis de Datos	5.2-8
2.2.2	Formulación del P/M.....	5.2-9
2.2.3	Formulación e Implementación del Proyecto Piloto	5.2-9
2.3	Capacitación en Japón.....	5.2-10

CAPITULO 3 EVALUACION DE LOS LOGROS DE LA CAPACITACION

3.1	Logros de la Capacitación Individual de las Contraparte	5.3-1
3.2	Logros generales de los Grupos de la Contraparte	5.3-1

APENDICES

Apéndice 1	Miembros del Equipo del Estudios de JICA y Comité Asesor
Apéndice 2	Alcance de los Trabajos y Minutas de Reunión
Apéndice 3	Memorandums
Apéndice 4	Sugerencias acerca de la Futura Recogida Selectiva y el Proyecto Piloto de Compostaje a partir de las Experiencias Adquiridas en el Estudio

Listado de Tablas

PARTE 1 INTRODUCCION DEL ESTUDIO

Tabla 1.5.1	Informes del Estudio	1.1-4
Tabla 2.2.1	Ríos Principales en Ciudad Habana	1.2-2
Tabla 2.3.1	Población de los 15 Municipios Ciudad Habana	1.2-3
Tabla 2.3.2	Serie Histórica del PIB de Cuba	1.2-3
Tabla 2.3.3	Composición del PIB de Cuba	1.2-4
Tabla 2.3.4	Tendencia Histórica en la Cantidad de Turistas Extranjeros.....	1.2-5
Tabla 2.4.1	Uso de la Tierra en Ciudad Habana	1.2-7

PARTE 2 EL PLAN MAESTRO

Tabla 2.2.1	Esquema del Estudio de la Cantidad y Composición de los RSU	2.2-2
Tabla 2.2.2	Tasa Unitaria de Generación (Residuos Domésticos).....	2.2-3
Tabla 2.2.3	Tasa Unitaria de Generación (Residuos Comerciales).....	2.2-3
Tabla 2.2.4	Transportación Diaria de Residuos a los Vertederos.....	2.2-4
Tabla 2.2.5	Resultados Del estudio de la Composición.....	2.2-5
Tabla 2.2.6	Elementos Estudiados en el Análisis Químico.....	2.2-6
Tabla 2.2.7	Materiales Recuperados por la ERMP de Ciudad de La Habana.....	2.2-7
Tabla 2.2.8	Cantidad de Viajes de Vehículos para el Transporte de Residuos Sólidos.....	2.2-10
Tabla 2.2.9	Resumen de la Densidad Volumétrica Promedio del Pesaje de Residuos en Calle 100.....	2.2-11
Tabla 2.2.10	Resumen del Valor Evaluado de Densidad Volumétrica de los Residuos	2.2-11
Tabla 2.2.11	Densidad Volumétrica de Residuos Transportados por H/C	2.2-11
Tabla 2.2.12	Densidad Volumétrica de los Escombros	2.2-12
Tabla 2.2.13	Condiciones de las Rutas Estudiadas	2.2-13
Tabla 2.2.14	Cantidad de Residuos Recogidos	2.2-14
Tabla 2.2.15	Tiempo de Operación para la Recogida y Transportación de los RSU	2.2-14
Tabla 2.2.16	Tiempo de Operación	2.2-15
Tabla 2.2.17	Distancia de Operación Diaria para los Vehículos de Recogida	2.2-15
Tabla 2.2.18	Velocidad de Operación de los Vehículos de Recogida	2.2-16
Tabla 2.2.19	Cantidad de Personal Dedicado a la Recogida de Residuos	2.2-16
Tabla 2.2.20	Punto de Muestreo de Agua	2.2-17
Tabla 2.2.21	Elementos de Estudio.....	2.2-17

Tabla 3.2.1	Presupuesto Estatal Y Balance Fiscal	2.3-5
Tabla 3.2.2	Gastos Estatales en el MRSU.....	2.3-6
Tabla 3.2.3	Ingresos y Gastos del MRSU en la Ciudad de La Habana.....	2.3-7
Tabla 3.3.1	Tipos de Materias Reciclables Recuperadas	2.3-9
Tabla 3.3.2	Cantidad de Materias Recuperadas por la ERMP de la Ciudad de La Habana	2.3-9
Tabla 3.3.3	Cantidad de Materias Recuperadas por la UPPH de la DPSC (2001-2004).....	2.3-10
Tabla 3.3.4	Utilización de Materiales Recuperados.....	2.3-11
Tabla 3.4.1	Producción de Compost y de Humus por la UPPH, DPSC (2001-2004).....	2.3-12
Tabla 3.5.1	Residuos Recogidos por Tipo Según El Estudio de 8 Días en Marzo, 2004	2.3-13
Tabla 3.5.2	Entidades que Prestan Sevicios y Sistema de Recogida	2.3-14
Tabla 3.5.3	Cantidad de Residuos Recogidos por la UPPH y la DMSC	2.3-15
Tabla 3.6.1	Estado de los Vertederos Provinciales y Municipales Existentes en 2004.....	2.3-16
Tabla 3.6.2	Condiciones Actuales de los Vertederos de Periodo Especial Existentes en 2004	2.3-17
Tabla 3.7.1	Lista de los Principales Elementos de Mantenimiento	2.3-20
Tabla 3.7.2	Principales Instalaciones y Equipos del Taller de Vehículos de la UPPH	2.3-20
Tabla 3.7.3	Listado de Equipos de Mantenimiento Solicitados por las DMSC y la UPPH.....	2.3-21
Tabla 3.7.4	Estado de los Camiones Compactadores Propiedad de la UPPH	2.3-22
Tabla 3.8.1	Leyes Principales Relativas a Cuestiones Ambientales	2.3-24
Tabla 3.8.2	Esquema del Monitoreo Ambiental Periódico en la Ciudad de La Habana	2.3-25
Tabla 3.8.3	Equipos Instalados en el Laboratorio de la DPSC	2.3-26
Tabla 3.8.4	Normas para la Descarga en Aguas de Rios, NC27.....	2.3-27
Tabla 3.10.1	Tipo de Industrias en la Ciudad de La Habana	2.3-35
Tabla 3.10.2	Desechos de hospitales llevados a los vertederos	2.3-38
Tabla 4.2.1	Balance Financiero del MRS en la Ciudad de La Habana (2003)	2.4-5
Tabla 4.2.2	Tarifas Actuales de Recogida de Residuos Sólidos en la Ciudad de La Habana (2005).....	2.4-6
Tabla 5.2.1	Pronóstico de la población en la Ciudad de La Habana.....	2.5-2
Tabla 5.2.2	Población por municipio en la Ciudad de La Habana.....	2.5-3
Tabla 5.2.3	Tendencia y Pronóstico de la Llegada de Turistas	2.5-4
Tabla 5.2.4	Pronóstico de la Cantidad de Habitaciones Hoteleras en la Ciudad de La Habana	2.5-5
Tabla 5.3.1	Generación Unitaria de Residuos Domésticos y Comerciales.....	2.5-6

Tabla 5.3.2	Índice de Composición de los Residuos Domésticos y Comerciales.....	2.5-6
Tabla 5.3.3	Estimado de Generación de Residuos Domésticos.....	2.5-7
Tabla 5.3.4	Generación de Residuos Comerciales.....	2.5-8
Tabla 5.4.1	Escenarios Alternativos de la Situación Económica y el MRSU (1/3).....	2.5-11
Tabla 5.4.1	Escenarios Alternativos de la Situación Económica y el MRSU (Continuación 2/3).....	2.5-12
Tabla 5.4.1	Escenarios Alternativos de la Situación Económica y el MRSU (Continuación 3/3).....	2.5-13
Tabla 5.6.1	Pronóstico de la Cantidad de Generación y Disposición de RSU.....	2.5-18
Tabla 5.6.2	Cantidad Planificada para los Respectivos Trabajos.....	2.5-22
Tabla 5.6.3	Cronograma para la recogida selectiva.....	2.5-25
Tabla 5.6.4	Plan de Cierre y Perfeccionamiento de Vertederos.....	2.5-26
Tabla 5.6.5	Cronograma de las Cantidades Enviadas a los Vertederos.....	2.5-27
Tabla 5.7.1	Tipo de Material e Índice de Recuperación como Recurso.....	2.5-33
Tabla 5.7.2	Estimado de la Cantidad de Recursos Recuperables para su Reutilización y Reciclaje.....	2.5-34
Tabla 5.7.3	Equipos Necesarios en la Nueva Planta de Reciclaje de Calle 100.....	2.5-36
Tabla 5.7.4	Equipos Necesarios en la Nueva Planta de Reciclaje de Nuevo Guanabacoa.....	2.5-37
Tabla 5.7.5	Cronograma de Instalación de las Plantas de Reciclaje.....	2.5-37
Tabla 5.7.6	Personal Necesario para la Operación de las Plantas de Reciclaje.....	2.5-37
Tabla 5.7.7	Costo Estimado de las Plantas de Reciclaje.....	2.5-39
Tabla 5.8.1	Plan de Introducción del Compostaje Doméstico.....	2.5-41
Tabla 5.8.2	Cantidad de Compost Producido.....	2.5-42
Tabla 5.8.3	Capacidad de Recepción de Residuos de Cocina en los Patios de Compostaje Propuestos (2015).....	2.5-43
Tabla 5.8.4	Programa de los Patios de Compostaje.....	2.5-44
Tabla 5.8.5	Cantidad de Personal para la Operación de los Patios de Compostaje.....	2.5-44
Tabla 5.8.6	Plan de Compostaje Doméstico.....	2.5-45
Tabla 5.8.7	Estimado de Costos del Plan de Compostaje.....	2.5-46
Tabla 5.9.1	Comparación de los Costos por Rendimiento del Vehículo y Sistema de Recogida.....	2.5-50
Tabla 5.9.2	Cantidad Proyectada de RSU en cada Municipio (2005-2015).....	2.5-52
Tabla 5.9.3	Vertederos Destinados a la Disposición Final de RSU Generados en cada Municipio (en el Caso de Recogida Mezclada).....	2.5-54
Tabla 5.9.4	Cantidad de Residuos Transportados a los Vertederos por la UPPH y la DMSC en el 2010.....	2.5-54
Tabla 5.9.5	Cantidad de Residuos Transportados a los Vertederos por la UPPH y la DMSC en el 2015.....	2.5-54

Tabla 5.9.6	Vertederos que Reciben Residuos Provenientes de las Areas de Recogida Selectiva (7 Municipios).....	2.5-56
Tabla 5.9.7	Cantidad de Residuos Segregados desde las Áreas de Recogida.....	2.5-56
Tabla 5.9.8	Cantidad Necesaria de Camiones Compactadores C/C	2.5-59
Tabla 5.9.9	Cantidad de Contenedores Necesarios para la Recogida Selectiva ...	2.5-59
Tabla 5.9.10	Costo de la Recogida Selectiva por la UPPH	2.5-60
Tabla 5.9.11	Cantidad Necesaria de Vehículos de Recogida para la Sustitución del Sistema Actual de Recogida por H/C.....	2.5-62
Tabla 5.9.12	Comparación de las Opciones con Relación a la Actual Recogida y Transportación con H/C	2.5-62
Tabla 5.9.13	Cantidad Necesaria de Vehículos de Recogida en Otras Areas Periféricas.....	2.5-63
Tabla 5.9.14	Lista de Máquinas Herramientas.....	2.5-64
Tabla 5.9.15	Lista de Equipos.....	2.5-65
Tabla 5.9.16	Lista de Herramientas y Materiales	2.5-65
Tabla 5.9.17	Lista de los Equipos Mecánicos de Limpieza.....	2.5-66
Tabla 5.9.18	Lista de los Equipos de Inspección y Comunicación.....	2.5-66
Tabla 5.9.19	Lista de Equipos de Oficina y Otros	2.5-67
Tabla 5.9.20	Plan de Empleo de la UPPH	2.5-67
Tabla 5.9.21	Plan de Empleo de la DMSC	2.5-67
Tabla 5.9.22	Costo Total para el Mejoramiento del Sistema de Recogida	2.5-69
Tabla 5.10.1	Estimación Aproximada de la Vida Útil de los Vertederos Existentes Considerando Insuficientes Equipos Pesados y Cubrimiento con Tierra	2.5-72
Tabla 5.10.2	Descripción de los Candidatos para el Nuevo Sitio 1	2.5-75
Tabla 5.10.3	Especificaciones de las Areas de Vertederos.....	2.5-77
Tabla 5.10.4	Estructura y Método de Disposición por Nivel de Vertedero	2.5-77
Tabla 5.10.5	Obras civiles necesarias según el Nivel de Vertedero.....	2.5-78
Tabla 5.10.6	Comparación entre el Costo de Construcción y la Protección Medioambiental de Cada Nivel de Vertedero	2.5-79
Tabla 5.10.7	Estimado de Generación de Lixiviados (m ³ /día)	2.5-81
Tabla 5.10.8	Parámetros e Índice Necesario de Eliminación en Caso de Adoptar los Criterios de Descarga de Aguas Residuales Industriales a la Descarga de Lixiviados.....	2.5-82
Tabla 5.10.9	Comparación de las Alternativas del Sistema de Tratamiento de Lixiviados.....	2.5-84
Tabla 5.10.10	Sistema de Tratamiento y Rendimiento Esperado	2.5-84
Tabla 5.10.11	Sistema de Tratamiento e Índice Esperado de Eliminación.....	2.5-84
Tabla 5.10.12	Cantidad de Equipos Pesados Necesarios para las Operaciones Correctas de Relleno	2.5-90
Tabla 5.10.13	Lista de Equipos para el Taller Central para Vertederos	2.5-92

Table 5.10.14	Lista de Equipo, Accesorios y Herramientas Principales en Talleres Móviles.....	2.5-93
Tabla 5.10.15	Trabajadores de Operaciones.....	2.5-93
Tabla 5.10.16	Costos Directos de la Construcción del Nuevo Sitio 1.....	2.5-97
Tabla 5.10.17	Costo de Construcción del Vertedero Nuevo Guanabacoa.....	2.5-97
Tabla 5.10.18	Costo de Construcción para la Ampliación del Vertedero de Calle 100.....	2.5-98
Tabla 5.10.19	Costo Directo de Construcción de Cierre de Vertederos.....	2.5-98
Tabla 5.10.20	Costo de Adquisición de los Equipos para el Taller central de Vertederos.....	2.5-98
Tabla 5.10.21	Costos de O/M para los Vertederos y el Taller Central para Vertederos.....	2.5-98
Tabla 5.11.1	Categorías de Proyecto según los Lineamientos de JICA para las Consideraciones Ambientales.....	2.5-99
Tabla 5.11.2	Proyectos que Requieren el Proceso de EvIA en Este Estudio.....	2.5-101
Tabla 5.11.3	Descripción de los Proyectos que Requieren EvIA.....	2.5-102
Tabla 5.11.4	Resultados de la EAI para la Ampliación del Vertedero.....	2.5-104
Tabla 5.11.5	Resultados del EAI para la Construcción de Vertederos Ecológicos.....	2.5-105
Tabla 5.11.6	Resultados del EAI para el Cierre de Vertederos de Periodo Especial.....	2.5-106
Tabla 5.11.7	Resultados del EAI para el Cierre del Vertedero de Calle 100 y Guanabacoa.....	2.5-107
Tabla 5.11.8	Resultado de EIA para la Construcción de un Patio de Compostaje.....	2.5-108
Tabla 5.11.9	Resultado de LA EAI para la Construcción Una Planta de Reciclaje.....	2.5-109
Tabla 5.11.10	Medidas de Mitigación Propuestas para la Construcción de los Nuevos Vertederos y la Ampliación de los Vertederos Existentes.....	2.5-110
Tabla 5.11.11	Medidas de Mitigación Propuestas para el Cierre de Vertederos.....	2.5-111
Tabla 5.11.12	Plan de Monitoreo Ambiental para la Ampliación y Construcción de Vertederos.....	2.5-113
Tabla 5.11.13	Plan de Monitoreo Ambiental para el Cierre de Vertederos.....	2.5-114
Tabla 5.11.14	Plan de Monitoreo Ambiental para la Construcción de Patios de Compostaje.....	2.5-114
Tabla 5.11.15	Plan de Monitoreo Ambiental para las Plantas de Reciclaje.....	2.5-115
Tabla 5.12.1	Estimado de Costo del Programa de Sensibilización.....	2.5-121
Tabla 5.13.1	Ejemplos de Costos Unitarios para Trabajos de Construcción.....	2.5-125
Tabla 5.13.2	Estimado del Costo de Implementación del P/M.....	2.5-126
Tabla 5.13.3	Desglose de los Costos del P/M.....	2.5-126
Tabla 5.13.4	Cronograma de Desembolsos del Costo del P/M.....	2.5-127
Tabla 5.13.5	Total de Fondos Necesarios incluido el Aumento de Precios.....	2.5-128

Tabla 5.13.6	Fondos Necesarios por Proyectos (incluido el Aumento de Precios).....	2.5-128
Tabla 5.14.1	Rendimiento de las Instituciones Aurora	2.5-130
Tabla 5.15.1	Alternativas de Financiamiento del Costo del MRS	2.5-144
Tabla 5.15.2	Tarifas Actuales de Recogida de Residuos Sólidos	2.5-145
Tabla 5.15.3	Tarifas Impuestas a Otros Servicios de Higiene	2.5-146
Tabla 5.15.4	Comparación de las Tarifas de los Servicios Públicos.....	2.5-149
Tabla 5.15.5	Precios de Necesidades Básicas Diarias	2.5-150
Tabla 5.15.6	Ingresos y Gastos Familiares	2.5-150
Tabla 5.15.7	Costo del P/M con Relación a los Indicadores Financieros.....	2.5-154
Tabla 5.15.8	Perspectiva Global de los Costos del MRSU vs. Ingresos.....	2.5-154
Tabla 6.1.1	Resumen de la Evaluación del P/M	2.6-5
Tabla 6.1.2	Costo económico de los Proyectos del P/M.....	2.6-9
Tabla 6.1.3	Valor residual al final del período del P/M	2.6-10
Tabla 6.1.4	Beneficio Económico Derivado de la Venta de Compost y Materiales Reciclables	2.6-11
Tabla 6.1.5	Beneficio Económico Acumulado por el Ahorro en los Costos del Vertedero	2.6-12
Tabla 6.1.6	Capacidad de Pago de las Viviendas.....	2.6-13
Tabla 6.1.7	Flujo de Costos y Beneficios Económicos.....	2.6-14
Tabla 6.1.8	Flujos de Costos y Beneficios para el Análisis de Sensibilidad.....	2.6-15
Tabla 6.1.9	Análisis de Sensibilidad de la Evaluación Económica	2.6-16
Tabla 6.1.10	Flujos de Costos para la Evaluación Financiera del Proyecto del P/M.....	2.6-17
Tabla 6.1.11	Flujo de Ingresos del Proyecto del P/M.....	2.6-19
Tabla 6.1.12	Saldo Financiero Durante el Período del P/M	2.6-19
Tabla 6.1.13	Análisis de Sensibilidad para la Evaluación Financiera (Saldo Costos-Ingresos) (1/2).....	2.6-21
Tabla 6.1.14	Análisis de Sensibilidad para la Evaluación Financiera (Saldo Costos-Ingresos) (2/2).....	2.6-21
Tabla 6.2.1	Plan de Financiamiento Para el P/M.....	2.6-28
Tabla 6.2.2	Comparación de Costos en los Sistemas de Recogida de Residuos ..	2.6-32

PARTE 3 PROYECTO PILITO

Tabla 1.4.1	Resumen de la Recogida Selectiva en el PP	3.1-7
Tabla 1.4.2	Resumen del Compostaje Comunitario Realizado en el PP	3.1-9
Tabla 1.4.3	Resumen del Compostaje Doméstico Llevado a Cabo en el PP	3.1-10
Tabla 1.4.4	Resumen de las Actividades de Concientización Realizadas en el PP	3.1-11
Tabla 1.4.5	Resumen del Pesaje de Residuos en el PP	3.1-12

Tabla 1.4.6	Resumen de la Construcción de Celdas y el Recubrimiento con Tierra Durante el PP	3.1-13
Tabla 2.1.1	Resumen de los Trabajos de Compostaje Comunitario en el PP	3.2-5
Tabla 2.1.2	Resumen de las Labores de Compostaje Doméstico en el PP	3.2-7
Tabla 3.2.1	Distribución de los Costos entre las Partes Cubana y Japonesa	3.3-2
Tabla 4.2.1	Equipos y otros Artículos Adquiridos para el PP	3.4-2
Tabla 5.1.1	Evaluación de la Descarga Selectiva del 5 de Mayo de 2005.....	3.5-1
Tabla 5.1.2	Medidas Adoptadas para el Mejoramiento de la Descarga Selectiva.....	3.5-5
Tabla 5.1.3	Clasificación de los Residuos para la Recogida Selectiva.....	3.5-6
Tabla 5.1.4	Razones para la Selección de las Estaciones Prioritarias.....	3.5-6
Tabla 5.1.5	Proporción de Residuos Descargados Correctamente en la Zona Priorizada	3.5-9
Tabla 5.1.6	Porcentaje de Residuos Correctamente Descargados durante y Después de las Medidas de Mejoramiento.....	3.5-11
Tabla 5.1.7	Revisión del Estado de las Estaciones de Recogida	3.5-12
Tabla 5.1.8	Modificación del Cronograma de Recogida	3.5-13
Tabla 5.1.9	Estado de los Contenedores	3.5-14
Tabla 5.1.10	Consumo de Combustible del C/C de 18 m ³	3.5-15
Tabla 5.1.11	Utilización de los Materiales Recuperados por la ERMP de Ciudad Habana.....	3.5-15
Tabla 5.1.12	Cantidad de Materiales Obtenidos a través de los Grupos de Recogida en Guanabo	3.5-17
Tabla 5.1.13	Cantidad de Residuos de Cocina Recogidos para el Compostaje Comunitario	3.5-20
Tabla 5.1.14	Cantidad de Residuos de Cocina Empleados en el Compostaje Doméstico	3.5-21
Tabla 5.1.15	Resumen Acerca de la Percepción de los Residentes sobre los Olores Generados por el Compostaje Doméstico	3.5-22
Tabla 5.2.1	Comparación del Nivel de Conciencia y la Voluntad de Cooperación antes y después del PP /toda el área de PP).....	3.5-35
Tabla 5.2.2	Comparación del Nivel de Conciencia y la Voluntad de Cooperación antes y después del PP (Peñas Altas).....	3.5-36
Tabla 5.2.3	Comparación del Nivel de Conciencia y la Voluntad de Cooperación (Campo Florido).....	3.5-37
Tabla 5.2.4	Nivel de Conciencia y Voluntad de Cooperación en Toda el Área del PP (Peñas Altas y Campo Florido).....	3.5-38
Tabla 5.2.5	Nivel de Conciencia y Voluntad de Colaboración en Peñas Altas (Área de las Estaciones Prioritarias vs. las Otras Áreas).....	3.5-39
Tabla 5.2.6	Comparación del Nivel de Conciencia y la Voluntad de Colaboración entre los participantes y los que no participaron en el compostaje doméstico en Campo Florido.....	3.5-40

Tabla 5.2.7	Proporción de Residuos Segregados Correctamente en las Cuatro Estaciones Prioritarias y la de Toda el área de Peñas Altas	3.5-40
Tabla 5.3.1	Resumen de la Retroalimentación del Proyecto Piloto para el Plan Maestro.....	3.5-48

PARTE 4 I ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Tabla 1.2.1	Evaluación de los Proyectos Candidatos para el Estudio de Factibilidad.....	4.1-3
Tabla 1.2.2	Candidatos a Proyecto Prioritario para E/F.....	4.1-4
Tabla 2.1.1	Listado de Equipos que Deberán Adquirirse en Virtud del Proyecto Prioritario	4.2-1
Tabla 2.1.2	Lista y Estado Actual de los Equipos Pesados que posee la UPPH.....	4.2-2
Tabla 2.1.3	Lista de Equipos Pesados que deberán Adquirirse antes del 2007	4.2-3
Tabla 2.1.4	Especificaciones para los C/C de 18 m ³	4.2-4
Tabla 2.1.5	Cantidad Necesaria de Vehículos para la Recogida Selectiva en Playa y Habana del Este en el 2010	4.2-5
Tabla 2.2.1	Cronograma de Implementación para la Adquisición de Equipos.....	4.2-7
Tabla 2.2.2	Personal necesario.....	4.2-8
Tabla 2.3.1	Costo de Implementación de los Equipos para las Operaciones del Vertedero	4.2-9
Tabla 2.3.2	Costo de Implementación de Vehículos de Recogida y Equipos de Taller Afines.....	4.2-9
Tabla 2.4.1	Flujo de Costos del Proyecto del E/F.....	4.2-11
Tabla 2.4.2	Flujo de Costos para la Evaluación Financiera del Proyecto del E/F.....	4.2-12
Tabla 2.4.3	Flujo de Ingresos del Proyecto del E/F	4.2-12
Tabla 2.4.4	Balance Financiero Durante la Operación	4.2-13
Tabla 2.4.5	Análisis de Sensibilidad para la Evaluación Financiera (Balance Ingresos-Gastos) (1/2).....	4.2-14
Tabla 2.4.6	Análisis de Sensibilidad para la Evaluación Financiera (Balance Ingresos-Gastos) (2/2).....	4.2-14

PARTE 5 CAPACITACION

Tabla 1.1.1	Formación de Parejas entre las C/P y los Miembros del Equipo de Estudio	5.1-2
Tabla 1.3.1	Proceso de Capacitación en las Respectivas Etapas del Estudio	5.1-4
Tabla 2.1.1	Coordinador del Primer Taller de Capacitación.....	5.2-1
Tabla 2.1.2	Coordinador del Taller de Capacitación de las DMSC	5.2-4
Tabla 2.2.1	Formulación del Proyecto Piloto.....	5.2-10
Tabla 3.2.1	Evaluación de la Capacitación de los Grupos de C/P	5.3-2

Listado de Figuras

PARTE 1 INTRODUCCION DEL ESTUDIO

Figura 1.4.1	Mapa del Area del Estudio	1.1-3
--------------	---------------------------------	-------

PARTE 2 EL PLAN MAESTRO

Figura 2.2.1	Procedimiento para el Estudio sobre la Cantidad de RSU Transportada a los Vertederos	2.2-9
Figura 3.3.1	Flujo de Materias Reciclables Recuperadas en la Ciudad de La Habana y en Cuba	2.3-8
Figura 3.4.1	Sistema de Compostaje Existente en la Ciudad de La Habana.....	2.3-11
Figura 3.6.1	Ubicación y Área de Recogida de Cada Vertedero (2004)	2.3-17
Figura 3.7.1	Ubicación de los Talleres de Mantenimiento	2.3-18
Figura 3.7.2	Procedimiento de Compra para la UPPH/DMSC	2.3-22
Figura 3.10.1	Flujo de Residuos Industriales	2.3-36
Figura 3.10.2	Flujo de Presente de Desechos Generados en los Hospitales	2.3-39
Figure 4.1.1	Estructura del Gobierno en Cuba y en la Ciudad de La Habana con Relación al MRSU	2.4-1
Figura 5.6.1		
(1)	Flojo de Residuos Sólidos en 2005	2.5-19
(2)	Flojo de Residuos Sólidos en 2010	2.5-20
(3)	Flojo de Residuos Sólidos en 2015	2.5-21
Figura 5.7.1	Propuesta de Separación de RSU en la Ciudad de La Habana	2.5-35
Figura 5.7.2	Cronograma para la Actividad de Reciclado.....	2.5-38
Figura 5.8.1	Cronograma para el Compostaje Comunitario y Doméstico	2.5-45
Figura 5.9.1	Eficiencia en la Recogida Según el Estudio de Tiempo y Movimiento	2.5-48
Figura 5.9.2	Costo de Operación Unitario Estimado para los Vehículos	2.5-49
Figure 5.9.3	Costo Estimado Unitario de Operación por Rendimiento	2.5-50
Figura 5.9.4	Nuevas Rutas de Transportación de RSU en el 2010.....	2.5-53
Figura 5.9.5	Nuevas Rutas de Transportación de RSU en el 2015.....	2.5-53
Figura 5.9.6	Rutas de Transportación de Residuos Separados en el 2010-2012....	2.5-55
Figura 5.9.7	Sistema de Transportación de Residuos Separados en el 2013.....	2.5-55
Figura 5.9.8	Sistema de Transportación de los Residuos Remanentes en el 2010.....	2.5-57
Figura 5.9.9	Sistema de Transportación de los Residuos Remanentes en el 2015.....	2.5-57

Figura 5.9.10	Cronograma de Implementación para la Recogida y Transportación de Residuos	2.5-68
Figura 5.10.1	Composición de los Trabajos de Cierre	2.5-74
Figura 5.10.2	Lugares Candidatos para los Nuevos Vertederos	2.5-75
Figura 5.10.3	Costo Comparativo entre Niveles de Vertedero (en el caso de Nuevo Guanabacoa).....	2.5-79
Figura 5.10.4	Alternativas para el Sistema de Tratamiento de Lixiviados.....	2.5-83
Figura 5.10.5	Composición del Sistema de capa Protectora de PEAD (Fondo)	2.5-86
Figura 5.10.6	Composición del Sistema de capa de Arcilla (Fondo).....	2.5-87
Figura 5.10.7	Cronograma de Implementación de las labores de Vertederos	2.5-94
Figura 5.11.1	Ejemplo de Un Plan de Mitigación para el Cierre del Vertedero.....	2.5-111
Figura 5.13.1	El Plan Maestro – Cronograma de Implementación Propuesto	2.5-123
Figura 5.14.1	Estructura Organizativa Propuesta para le MRSU.....	2.5-131
Figura 5.14.2	Estructura Administrativa del Grupo Aurora	2.5-135
Figura 5.14.3	Plan Financiero para las Auroras	2.5-137

PARTE 3 PROYECTO PILITO

Figura 2.1.1	Concepto de recogida selectiva en el PP (planificado para Peñas Altas).....	3.2-2
Figura 3.1.1	Organización de la implementación del Proyecto Piloto	3.3-1
Figura 4.1.1	Cronograma de Ejecución del PP.....	3.4-1
Figura 5.1.1	Resultados del Monitoreo Diario de la Descarga Segregada en la Zona Priorizada	3.5-8
Figura 5.1.2	Resultados del Monitoreo en las Estaciones sin Adopción de Medidas para el Mejoramiento	3.5-10
Figura 5.1.3	Ubicación de las Estaciones de Recogida	3.5-13
Figura 5.1.4	Cantidad de Papel y Cartón Recogida por los Grupos en Guanabo...3.5-18	
Figura 5.1.5	Cantidad de Plástico Recogido por los Grupos en Guanabo	3.5-18
Figura 5.1.6	Cantidad de Aluminio Recogido por los Grupos en Guanabo	3.5-18
Figura 5.1.7	Cantidad de Botellas de Cristal Recogidas por los Grupos en Guanabo	3.5-19

PARTE 4 I ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Figura 2.1.1	Dimensiones Típicas de un Camión Compactador de 18 m ³	4.2-4
--------------	---	-------

Abreviaturas

<Organismos>

AMA	Agencia de Medio Ambiente (Environment Agency)
CAM	Consejo de Administración Municipal (Municipal Administration Council)
CAP	Consejo de Administración Provincial (Provincial Administration Council)
CDR	Comité de Defensa de la Revolución (Committee for Defense of Revolution)
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Ministry of Science, Technology and Environment)
DMSC	Dirección Municipal de Servicios Comunes (Municipal Direction of Communal Services)
DPEP	Dirección Provincial de Economía y Planificación (Provincial Direction of Economy and Planning)
DPFP	Dirección Provincial de Finanzas y Precios (Provincial Direction of Finance and Prices)
DPPF	Dirección Provincial de Planificación Física (Provincial Direction of Physical Planning)
DPSC	Dirección Provincial de Servicios Comunes (Provincial Direction of Communal Services)
DPTSC	Departamento de Planificación Territorial y Servicios Comunes (Department of Territorial Planning and Community Services)
ECLAC	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Latino América y el Caribe (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean)
ERMP	Empresa de Recuperación de Materias Primas (Enterprise for the Recovery of Raw Materials)
FMC	Federación de Mujeres Cubanas (Federation of Cuban Women)
FMI	Fondo Monetario Internacional (International Monetary Fund)
GDJ	Gobierno del Japón (Government of Japan)
GRC	Gobierno de la República de Cuba (Government of the Republic of Cuba)
IME	Industria Sidero Mecánica (Metallurgic Industry)
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (Institution of Water Resources)
IPF	Instituto de Planificación Física (Physical Planning Institute)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
LARE	Laboratorio de Análisis de Residuos (Residues Analysis Laboratory)
MEP	Ministerio de Economía y Planificación (Ministry of Economy and Planning)
MFP	Ministerio de Finanzas y Precios (Ministry of Finance and Prices)
MINAGRI	Ministerio de Agricultura (Ministry of Agriculture)
MINBAS	Ministerio de la Industria Básica (Ministry of Energy Utility Services)
MINSAP	Ministerio de Salud Pública (Ministry of Public Health)

MINVEC	Ministerio de la Inversión Extranjera y la Colaboración (Ministry of Foreign Investment and Economic Cooperation)
MRF	Movimiento de Recuperadores del Futuro (Future Recovery Movement: student activity for material recovery)
OMS	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)
ONAT	Oficina Nacional de Administración Tributaria (National Office of Tax Administration)
ONUFI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (United Nations Industrial Development Organization)
PAHO	Organización Pan Americana de la Salud (Pan-American Health Organization)
PCC	Partido Comunista de Cuba (Communist Party of Cuba)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (United Nations Development Programme)
UERMP	Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas (Association of Enterprises for the Recovery of Raw Materials)
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (United Nations Environment Programme)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
UPPH	Unidad Provincial Presupuestada de Higiene (Provincial Unit of Hygiene)
<Otros>	
AOD	Ayuda Oficial al Desarrollo (Official Development Assistance)
BI/F	Borrador del Informe Final (Draft Final Report)
CAR	Convención de Cartagena (Cartagena Convention)
C/C	Camión Compactador (Compactor Truck)
CE	Conductividad Eléctrica (Electric Conductivity)
C/P	Contraparte Cubana (the Cuban Counterpart)
CS	Comité Supervisor (Steering Committee)
C/V	Camión de Volteo (Dump Truck)
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno (Biochemical Oxygen Demand)
DQO	Demanda Química de Oxígeno (Chemical Oxygen Demand)
EAI	Examen Ambiental Inicial (Initial Environmental Examination)
EET	Entrenamiento en el Trabajo (On the Job Training)
E/F	Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
EPEA	Estrategia Provincial para la Educación Ambiental (Provincial Strategy for Environmental Education)
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental (Environmental Impact Study)
EtIA	Estimación del Impacto Ambiental (Estimation of Environmental Impact)
EvIA	Evaluación de Impacto Ambiental (Environmental Impact Assessment)
FMM	Fondo Mundial para el Medioambiente (Global Environmental Fund)
GT	Grupo de Trabajo (Working Group)

H/C	Carretones de Caballos (Horse-driven Cart)
I/F	Informe Final (Final Report)
I/I	Informe Inicial (Inception Report)
I/IT	Informe Intermedio (Interim Report)
I/P	Informe de Progreso (Progress Report)
MCP	Manejo de Ciclo de Proyecto (Project Cycle Management)
MDP	Matriz de Diseño de Proyecto (Project Design Matrix)
MLC	Moneda Librementemente Convertible (Freely Convertible Currency)
M/M	Minutas de la Reunión (Minutes of Meeting)
MN	Moneda Nacional (Local Currency)
MRS	Manejo de los Residuos Sólidos (Solid Waste Management)
MRSU	Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (Municipal Solid Waste Management)
NC	Norma Cubanas (National Standard)
NPV	Valor Neto Actual (Net Present Value)
OD	Oxígeno Disuelto (Dissolved Oxygen)
O/M	Operación y Mantenimiento (Operation and Maintenance)
ONG	Organización No Gubernamental (Non-Governmental Organization)
PC	Programa de Capacitación (Capacity Development Program)
PEAD	Polietileno de Alta Densidad (High Density Polyethylene)
PNB	Producto Nacional Bruto (Gross National Product)
pH	Potencial de Hidrógeno (Hydrogen Ion Concentration)
PIB	Producto Interno Bruto (Gross Domestic Product)
P/M	Plan Maestro (Master Plan)
PP	Proyecto Piloto (Pilot Project)
PPP	Principio de “el que contamina, paga” (Polluter Pays Principle)
RSU	Residuos Sólidos Urbanos (Municipal Solid Waste)
SS	Sólidos en Suspensión (Suspended Solid)
S/W	Alcance de los Trabajos (Scope of Works)
T/C	Tractor con Carreta (Tractor-driven Cart)
TSD	Total de Sólidos Disueltos (Total Dissolved Solids)
VP	Voluntad de Pago (Willingness to Pay)
VPE	Vertedero de Período Especial (Special Period Landfill)
WS	Talleres (Workshop)
ZC	Zonas Comunales (Communal Zones)
3R	Reducir, Reutilizar y Reciclar (Reduce, Reuse, and Recycle)

Unidades de Medida

Area

cm² = centímetros cuadrados

m² = metros cuadrados

km² = kilómetros cuadrados

ha = hectárea (10,000m²)

Longitud

mm = milímetros

cm = centímetros

m = metros

km = kilómetros

Moneda

US\$ = dólar estadounidense

J¥ = yen japonés

US\$ 1.00 = J¥ 110 (Septiembre, 2004)

CUC = peso cubano convertible

CUP = peso cubano

Volumen

cm³ = centímetros cúbicos

m³ = metros cúbicos

L = litro

Peso

gr = gramos

kg = kilogramos

ton = tonelada métrica

Tiempo

s = segundos

min = minutos

hr = horas

PARTE 1 INTRODUCCION DEL ESTUDIO

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes del Estudio

La Ciudad de La Habana posee un área de 727 km² y una población de 2.2 millones. Es la capital de la República de Cuba y es el centro de las actividades económicas del país. La Ciudad es un conocido polo turístico internacional y el área de La Habana Vieja ha sido declarada patrimonio de la humanidad. Administrativamente, la Ciudad de La Habana está compuesta de 15 municipios y 105 Consejos Populares.

Las dificultades económicas, después del colapso de la Unión Soviética, han tenido un fuerte impacto negativo sobre el manejo de los residuos sólidos de la ciudad, provocando severas afectaciones en el proceso de recogida de residuos, debido principalmente al estado de deterioro de los vehículos de recolección y los equipos mecánicos.

La recogida de los residuos sólidos urbanos (RSU) en la Ciudad se lleva a cabo por camiones compactadores (C/C), camiones de volteo (C/V), tractores con carretas (T/C) y carretones tirados por caballos (H/C), según el área. Como se ha dicho anteriormente, estos vehículos están en mal estado.

En la Ciudad de La Habana se encuentran en funcionamiento catorce sitios de disposición final de diferentes tamaños. Ninguno de ellos emplea medidas de control de la contaminación como el tratamiento de los lixiviados o el recubrimiento con tierra. Presumiblemente todos provocan impactos negativos sobre el ambiente circundante.

De los 14 vertederos, cuatro son relativamente grandes y reciben residuos de extensas áreas de la Ciudad. De estos cuatro grandes sitios, dos están casi llenos de residuos y deberán clausurarse dentro de pocos años. Los otros 10 sitios de menor escala, denominados vertederos del periodo especial, fueron construidos después de la crisis económica con la intención de utilizarse temporalmente, por lo tanto, fueron ubicados más cerca de las áreas de recogida con el fin de reducir el costo de transportación. Nueve de estos 10 lugares también serán cerrados a finales del 2006 debido a los problemas ambientales que están provocando en las áreas adyacentes.

En la actualidad, hay varias organizaciones involucradas en el manejo de los

residuos sólidos urbanos (MRSU) en la Ciudad en distintos niveles. A nivel de ciudad, la DPSC (Dirección Provincial de Servicios Comunes) y la UPPH (Unidad Presupuestada Provincial de Higiene), subordinada a la DPSC, están a cargo del MRSU y, a nivel municipal, la organización encargada es la Dirección Municipal de Servicios Comunes (DMSC). Además, hay cuatro empresas estatales, llamadas 'Aurora' también a cargo de la recogida de residuos sólidos.

Aunque la ciudad y las organizaciones involucradas hacen esfuerzos por mejorar el MRSU, aun no se ha elaborado un plan de manejo a largo plazo.

En respuesta a una solicitud oficial del Gobierno de la República de Cuba (GRC), sobre la base de los antecedentes expuestos, el Gobierno de Japón (GDJ) decidió realizar el Estudio sobre el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana.

Por consiguiente, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, agencia oficial responsable de la implementación de los programas de colaboración técnica del Japón, envió la misión preparatoria hacia Cuba y se debatió, acordó y firmó el Alcance de los Trabajos del Estudio, por la parte cubana y la parte japonesa el 7 de agosto de 2003.

1.2 Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio sobre el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Ciudad de La Habana, acordados en el Alcance de los Trabajos, fueron los siguientes:

- 1) Elaborar el Plan Maestro (P/M) para el manejo integral de los residuos sólidos en la Ciudad de La Habana.
- 2) Realizar un estudio de factibilidad (E/F) de el(los) proyecto(s) prioritario(s) que será(n) seleccionado(s) entre aquellos proyectos pilotos cuya implementación está incluida en el P/M
- 3) Lograr la transferencia de tecnología al personal de la contraparte durante el desarrollo del Estudio.

1.3 Alcance del Estudio

El alcance del estudio se estableció como sigue:

- a) Se estableció el año objetivo a largo plazo para el P/M en el 2015. A largo plazo, el manejo de los residuos sólido deberá estar preparado para el 2025.
- b) El tipo de residuo a estudiar será el RSU generado en la Ciudad de La Habana. En lo que se refiere a los desechos hospitalarios y a los residuos industriales,

el Estudio se limitará a analizar las condiciones actuales y los problemas de la recogida, disposición y la capacidad de operación y mantenimiento de los organismos pertinentes; se harán las recomendaciones necesarias acerca de estos aspectos.

- c) El estudio cubre todos los aspectos del MRSU, incluyendo la recogida, transportación y disposición de todos los residuos sólidos, el reciclaje, marcos institucionales y organizativos, sensibilización, aspectos sociales y ambientales y evaluación del proyecto.
- d) El Estudio incluye la implementación de proyectos pilotos, talleres y estudios sobre el nivel de sensibilización.

El alcance del estudio y las Minutas de la Reunión acordada entre la Ciudad de La Habana y la Misión Preparatoria de JICA, el 7 de agosto de 2004, se adjuntan al final de este informe como Anexo 2 y 3 respectivamente.

1.4 Area del Estudio

El área del estudio acordada en el Alcance del Trabajo abarca los 15 municipios de la Ciudad de La Habana. El área del estudio abarca una superficie total de 727 km² y tiene una población de aproximadamente 2.2 millones de habitantes. En la Figura 1.4.1 se muestra un mapa del área del Estudio.

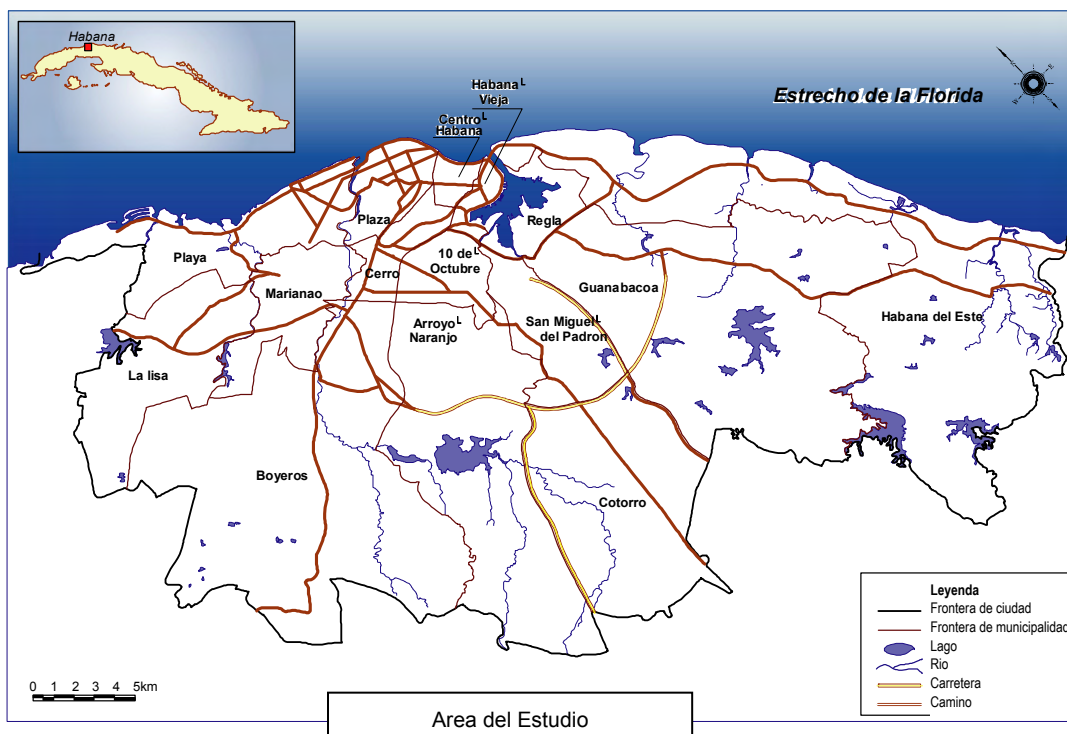


Figura 1.4.1 Mapa del Area del Estudio¹

¹ Las tablas y figuras que no mencionan la fuente fueron elaboradas por el Equipo de Estudio. Esta nota es válida para cualquier otra Tabla o Figura en lo adelante.

1.5 Período del Estudio

El periodo total de trabajo del Estudio fue originalmente programado para 21 meses, desde Febrero de 2004 hasta Octubre de 2005, pero se extendió a 38 meses hasta Marzo 2007 debido al tiempo extra necesario para la culminación del Informe Final (I/F).

La tabla 1.5.1 muestra los informes del Estudio.

Este I/F integra todos los resultados de las investigación y de los estudios.

Tabla 1.5.1 Informes del Estudio

Informe Presentado	Aspectos principales del Informe	Fecha de entrega
Informe Inicial (I/I)	- Métodos y enfoque del estudio - Cronograma del estudio - Plan operativo - Personal y organización - Compromisos del gobierno cubano	Febrero 2004
Informe de Progreso (1) (I/P(1))	- Resultados del análisis de la situación actual - Visión a largo plazo del los sistemas de manejo de los residuos sólidos - Descripción del Plan maestro - Selección de los candidatos a Proyectos Pilotos - Selección preliminar de los Proyectos Pilotos y su descripción	Julio 2004
Informe Intermedio (I/IT)	- Borrador Preliminar del Plan Maestro - Selección del proyecto prioritario para el E/F - Selección de los Proyectos pilotos	Noviembre 2004
Informe de Progreso (2) (I/P(2))	- Borrador del Plan Maestro - Resultados intermedios de otras actividades de estudio	Marzo 2005
Borrador del Informe Final (BI/F)	- Plan Maestro final y resultados de todos los temas del estudio, incluyendo el Estudio de Factibilidad.	Septiembre 2005
Informe Final (I/F)	- Todos los resultados del Estudio después de haber incorporado los comentarios en el BIF por la parte cubana	Marzo 2007

1.6 Contrapartes Cubanas

En principio, la contraparte del Estudio proviene del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en la Ciudad de La Habana (CITMA – Habana) y de la DPSC.

1.7 Informe Final

El presente IF se entrega como el producto terminado del Estudio.

El Informe incluye (i) el P/M para el manejo de los residuos sólidos urbanos de la Ciudad de La Habana hasta el 2015, (ii) los resultados y las conclusiones de los

proyectos pilotos, (iii) estudio de factibilidad sobre los proyectos piloto, y (iv) los resultados de la capacitación llevada a cabo en el transcurso del Estudio.

El Informe Final consta de los siguientes 4 volúmenes:

- Volumen I Resumen Ejecutivo
- Volumen II Informe Principal (este volumen)
- Volumen III Informe Complementario
- Volumen IV Libro de Datos

Todos los informes fueron redactados en Inglés, se elaboraron versiones del Resumen Ejecutivo en Japonés y Español y se preparó la versión en Español del Informe Principal.

Antes de la preparación de este I/F, se expuso y discutió el BI/F en las reuniones del Comité Supervisor (CS) realizadas en septiembre del 2005. También se llevó a cabo otra exposición de la versión revisada del BIF en enero de 2006. El I/F se concluyó incorporando los comentarios del Comité y de otros organismos pertinentes.

CAPITULO 2 CONDICIONES ACTUALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 Descripción del Área de Estudio

El Área de estudio es la Ciudad de La Habana, capital de la República de Cuba. La Ciudad de La Habana tiene una población de 2.2 millones y está dividida en 15 municipios. Los 15 municipios se dividen a su vez en 105 consejos populares.

La superficie total de la Ciudad de La Habana es de 727 km² con características topográficas generalmente de relieve llano. Las elevaciones en su mayoría son inferiores a unos cuantos cientos de metros. La zona norte de la Ciudad está urbanizada, mientras que las zonas semi urbanas al sur están subdesarrolladas, con áreas considerables que mantienen su vegetación natural.

2.2 Medio Ambiente Natural

2.2.1 Clima

El clima de la Ciudad de La Habana está descrito por los datos meteorológicos de las estaciones de Casablanca y de Santiago de las Vegas.

La temperatura máxima en el 2002 fue de 29.4°C en Casablanca y 30.5°C en Santiago de las Vegas, en tanto la temperaturas mínima fue de 22.3°C y 20.5°C, respectivamente. Las temperaturas máxima y mínima registradas en Casablanca desde 1909 hasta 2002 fueron de 35.8°C y 8.5°C, respectivamente.

La precipitación anual en el 2002 fue de 1,111.3 mm. Durante la estación lluviosa (de Mayo a Octubre), las precipitaciones mensuales oscilaron entre 73.0 mm y 166.7 mm y la lluvia durante esta estación representó el 62% del total anual. En la estación lluviosa, los huracanes a menudo azotan a la Ciudad de La Habana y las peores tormentas ocurren en Septiembre y Octubre.

La humedad relativa varía con las estaciones según el patrón de precipitaciones. Las medias más altas, alrededor del 80%, ocurren entre Junio y Noviembre, en tanto los valores mínimos, alrededor de 70% se registran de Enero a Abril.

2.2.2 Hidrología

El área de la Ciudad de La Habana está dividida en cuatro cuencas; Almendares - Vento, Cuenca del Este, Cuenca del Oeste y Cuenca de la Bahía de La Habana. Aproximadamente el 47% del agua potable que consume la población en la Ciudad de La Habana proviene de la cuenca de Vento a través de la extracción de

la presa Ejército Rebelde, que es un embalse de la Cuenca de Vento. El agua también se utiliza ampliamente en la agricultura, especialmente en la provincia Ciudad Habana. El área total de la cuenca es de 402.02 km². Más de medio millón de personas viven en la Cuenca.

Los ríos principales de la Ciudad de La Habana corren del suroeste al noreste y finalmente desembocan en el mar. La longitud de los ríos principales se muestra en la Tabla 2.2.1

Tabla 2.2.1 Ríos Principales en Ciudad Habana

Río	Longitud (km)
Almendares	46.8
Jaimanitas	11.8
Quibú	11.7
Luyanó	10.4
Martín Pérez	6.4
Cojímar	22.0
Guanabo	22.1
Itabo	17.0
Bacuranao	21.7

Fuente: Oficina Territorial de Estadísticas de Ciudad de La Habana

2.3 Condiciones Socioeconómicas y Divisiones Administrativas

2.3.1 Condiciones Socioeconómicas

(1) Población

La población de Cuba a fines del año 2001 era de aproximadamente 11.2 millones. El crecimiento promedio anual de población durante la última década (1992 a 2001) fue menos del 0.4%, lo que está muy por debajo del promedio latinoamericano. En el 2001, el 25% de la población cubana tenía 50 años de edad y más, con 10% de 65 y más. La población urbana en Cuba representa 75% del total general.

La provincia de Ciudad Habana tenía una población total de aproximadamente 2.2 millones a mediados del 2002, lo que representaba alrededor del 20% de la población de Cuba y el 26% de su población urbana total. En la Tabla 2.3.1 se muestra la distribución de la población por municipios.

El municipio de Centro Habana está situado literalmente en el centro de la provincia y tiene la mayor densidad de población con 43,047 personas/km². La población de Ciudad Habana es de mayor edad que la del resto de las provincias, con 29% de la población de 50 años y más y 12% mayor de 65 años.

Tabla 2.3.1 Población de los 15 Municipios en la Ciudad de La Habana

Municipalidad	Total	Hombres	Mujeres	Densidad de Población (Person/km ²)
Playa	181,256	85,048	96,208	5,011
Plaza de la Revolución	171,528	78,357	93,171	14,511
Centro Habana	149,476	69,542	79,934	43,047
La Habana Vieja	94,635	44,696	49,939	21,046
Regla	42,391	20,347	22,044	4,624
La Habana del Este	185,543	89,853	95,690	1,280
Guanabacoa	106,292	51,417	54,875	834
San Miguel del Padron	153,956	74,062	79,894	5,999
Diez de Octubre	227,501	105,712	121,789	18,734
Cerro	134,778	62,935	71,843	13,149
Marianao	137,838	65,444	72,394	6,464
La Lisa	127,843	61,978	65,865	3,408
Boyeros	188,881	91,820	97,061	1,407
Arroyo Naranjo	199,542	96,526	103,016	2,402
Cotorro	74,453	36,563	37,890	1,134
Total Ciudad de Havana	2,175,913	1,034,300	1,141,613	2,992

Nota: Datos hasta el 30 de Junio 2002

Fuente: Anuario Estadístico de Ciudad de La Habana 2002, Oficina Territorial de Estadísticas de la Ciudad de La Habana

(2) Actividades Económicas

Como consecuencia de la caída del Muro de Berlín en 1989 y el colapso de la Unión Soviética en 1991, Cuba experimentó una grave depresión económica a principios de los años 1990. El PIB (Producto Interno Bruto) de Cuba disminuyó en 35% de 1989 a 1993. El gobierno cubano ha emprendido diversas reformas para detener el exceso de circulante, aumentar los incentivos laborales y aliviar la grave escasez de bienes y servicios. Las reformas tuvieron éxito y el PIB se recuperó en 1994. La tasa promedio de crecimiento desde 1997 hasta el 2002 fue de más de 3% como se muestra en la Tabla 2.3.2.

La composición del PIB de Cuba se presenta en la Tabla 2.3.3.

Tabla 2.3.2 Serie Histórica del PIB de Cuba

(Unidad: Mil millones USD)

Año	1990	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002
PIB	54.1	36.0	40.1	40.2	42.6	45.2	46.6	47.1
Incremento anual	n.d	n.d	n.d	2.5%	6.0%	6.0%	3.0%	1.2%

Nota: A precio constante 1990 para el año 1990 y a precios constantes 1995 para los años 1995-2002.

n.d.: No disponible

Fuente: "Anuario Estadístico para Latinoamérica y el Caribe 2003", ECLAC

Hasta el 2004 existía en Cuba un sistema de triple moneda. A pesar de que las monedas legales en Cuba eran el Peso Cubano (CUP) y el Peso Cubano Convertible (CUC), también circulaba el dólar estadounidense en el comercio normal y las transacciones. El CUP se utilizaba para los precios de los bienes y servicios con materiales nacionales. Los CUC se utilizaban para los bienes y servicios en los cuales la materia prima era importada. El dólar estadounidense se utilizaba igualmente en las transacciones en CUC al cambio de 1:1

Tabla 2.3.3 Composición del PIB de Cuba

	1997	1998	1999	2000	2001
Total PIB					
Precios Actuales (millones Pesos)	23.439	23.777	26.147	28.206	29.402
At constant 1997 prices (million Pesos)	23.439	23.476	24.956	26.482	27.274
Composición por gasto					
Consumo privado	66%	67%	67%	64%	64%
Consumo Gubernamental	21%	21%	21%	20%	21%
Invercion fija bruto	13%	13%	13%	14%	13%
Incremento en bonos	3%	1%	0%	1%	1%
Exportación de bienes y servicios	16%	17%	18%	19%	18%
Importación de bienes y servicios	-19%	-20%	-19%	-18%	-17%
Total	100%	100%	100%	100%	100%
Composición por sector					
Agricultura	8%	7%	7%	7%	6%
Industria	30%	28%	28%	29%	28%
Minería	2%	1%	1%	2%	2%
Manufactura	20%	18%	18%	18%	17%
Electricidad, gas y suministro de agua	2%	2%	2%	2%	2%
Construcción	7%	6%	6%	7%	7%
Servicios	62%	65%	65%	64%	66%
Comercio, restaurantes y hoteles	27%	29%	27%	28%	28%
Transporte, almacenaje y comunicación	7%	9%	10%	9%	11%
Servicios financieros, bienes raíces y servicios corp	7%	7%	8%	7%	7%
Comunal, servicios sociales y personales	19%	19%	19%	18%	19%
Impuestos de importación	1%	1%	1%	1%	1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: "Anuario Estadístico de Cuba 2001" Oficina Nacional de Estadísticas

(3) Turismo

La industria del turismo se ha convertido en el sector más dinámico de la economía. La industria también ha creado una demanda que ha contribuido a la revitalización de otros sectores de la economía cubana. El sistema de turismo internacional de Cuba está formado por 44 grandes entidades. De estas 44, 33 están subordinadas directamente al Ministerio del Turismo, ocho a Gaviota y tres a la Oficina del Historiador.

En 1990 Cuba recibió 0.34 millones de turistas extranjeros, con ingresos provenientes del turismo internacional que ascendían a USD243 millones. En el

2002, la industria del turismo generó ingresos brutos de aproximadamente \$1.8 mil millones USD. La contribución de la industria del turismo al ingreso total de divisas de Cuba ascendió de 4% en 1990 a 41% en 2001. La mayor proporción de inversiones en la industria turística está dirigida a la construcción de hoteles.

Ocho zonas turísticas, en las cuales se concentra el 92% del número total de habitaciones, son la Ciudad de La Habana, Varadero, Jardines del Rey, Santa Lucía, Holguín, Santiago de Cuba, la costa sur central (Trinidad-Cienfuegos) y el Archipiélago de los Canarreos.

El empleo directo en el sector del turismo ha aumentado en los últimos años de 54,000 a 100,000 puestos, en tanto el empleo indirecto creció de 30,000 a casi 200,000.

El cambio en la cantidad de turistas extranjeros se presenta en la Tabla 2.3.4. Aproximadamente 1 millón de turistas extranjeros visitaron la Ciudad de La Habana en el 2003, lo que representó el 51% del total de visitantes a Cuba. En el año 2002 se produjo una baja debido al impacto negativo sobre el turismo mundial causado por los ataques terroristas del 11 de septiembre. Sin embargo, las llegadas de turistas a Cuba se recuperaron y sobrepasaron los 1.9 millones en el 2003.

Tabla 2.3.4 Tendencia Histórica en la Cantidad de Turistas Extranjeros

(Unidad: 1000 personas)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Turistas a Ciudad Habana	649	781	867	951	980	959	974
Turistas a Cuba	1,170	1,416	1,603	1,774	1,775	1,686	1,906
Participación de Ciudad Habana	55%	55%	54%	54%	55%	57%	51%

Fuente: Oficina Territorial de Estadísticas de la Ciudad de La Habana

2.3.2 Sistema Administrativo

Cuba tiene un sistema político centralizado. El jefe de estado es el Presidente. El órgano ejecutivo de más alta jerarquía es el Consejo de Ministros, el cual tiene un Comité Ejecutivo formado por el Presidente, el Primer Vicepresidente y los Vicepresidentes del Consejo de Ministros.

Cuba está dividida en 15 regiones administrativas integradas por 13 provincias, Ciudad Habana y un municipio especial. Cada región tiene un gobierno provincial denominado Consejo de Administración Provincial (CAP). Existen 169 municipios subordinados a esas regiones. La provincia Ciudad Habana está dividida en 15 municipios que incluyen Playa, Plaza de la Revolución, Centro Habana, Habana Vieja, Regla, Habana del Este, Guanabacoa, San Miguel del

Padrón, Diez de Octubre, Cerro, Marianao, La Lisa, Boyeros, Arroyo Naranjo y Cotorro.

El gobierno municipal se denomina Consejo de Administración Municipal (CAM). Existe otro nivel más bajo de gobierno local que es el Consejo Popular. Cada municipio en Ciudad Habana tiene entre tres y diez Consejos Populares para un total de 101 dentro de Ciudad Habana.

A nivel de estado, la autoridad competente de tales servicios comunitarios es el Ministerio de Economía y Planificación (MEP). Dentro del MEP, el Departamento de Planificación Territorial y Servicios Comunitarios (DPTSC) tiene a su cargo los servicios comunales. Aunque el MEP planifica, ajusta y establece los presupuestos principales para todos los servicios comunitarios en Cuba, la coordinación técnica depende de otros ministerios con capacidades apropiadas. En el MRSU, el CITMA contribuye con los aspectos técnicos, en tanto los aspectos médicos y sanitarios quedan a cargo del Ministerio de Salud Pública (MINSAP). El Ministerio del Trabajo y Seguridad Social establece y controla el número de trabajadores y los salarios en los servicios comunales.

A nivel provincial, el CAP de la Ciudad de La Habana tiene la DPSC como un departamento capacitado para los servicios comunales. Naturalmente, la DPSC está bajo la supervisión directa del CAP. Además, en la estructura administrativa cubana, un departamento dentro de cada CAP también es supervisado por su contrapartida ministerial a nivel estatal. Por tanto, el DPTSC puede considerarse también como una autoridad supervisora de la DPSC a nivel estatal.

2.4 Uso Actual de la Tierra

La Ciudad de La Habana tiene una superficie de 727 km². El casco histórico de la ciudad y sus fortificaciones fueron declarados por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) patrimonio de la humanidad en 1982.

En términos de utilización de la tierra, 304 km² (41.8%) se dedican actualmente a la agricultura, en tanto los restantes 422 km² (58.2%) se dedican a fines no agrícolas. En la Tabla 2.4.1 se resumen los datos sobre la utilización de la tierra en la Ciudad de La Habana.

Tabla 2.4.1 Uso de la Tierra en Ciudad Habana

Elementos	Area (km²)	Proporción (%)
Zona agrícola	304.30	41.8
Zona no agrícola	422.84	58.2
Zona residencial	237.44	32.7
Calles	20.43	2.8
Zona industrial	27.27	3.7
Recursos hidráulicos e instalaciones asociadas	25.89	3.6
Otros	111.81	15.4
Total	727.14	100

Fuente: Delegación Provincial del MINAGRI, 2002

PARTE 2 EL PLAN MAESTRO

CAPITULO 1 FORMULACION DEL PLAN MAESTRO

1.1 Formación Conjunta para la Formulación del Plan Maestro

Uno de los objetivos del Estudio es la formulación del P/M para los RSU en la Ciudad de La Habana, llevando a cabo la capacitación de las C/Ps durante el Estudio.

Los resultados esperados de la capacitación son, como se mencionan en “Parte 5 Desarrollo de la Capacitación”, que las C/Ps puedan elaborar el P/M a través de su participación activa e iniciativa, con un sentido de pertenencia sobre el Estudio. También se espera que las C/Ps adquieran la capacidad de revisar el P/M donde y cuando surja la necesidad en el futuro, con alguna asistencia pasiva de expertos/consultores extranjeros.

Para estos objetivos, se formuló el P/M con la siguiente formación conjunta, teniendo en cuenta la capacidad actual de las C/Ps y las circunstancias de lo ocupados en sus tareas.

- En principio, las C/Ps deberán formular el P/M con la asistencia técnica necesaria del Equipo de Estudios.
- El traspaso de tecnología para la formulación del P/M se realizó mediante tareas conjuntas incluyendo entrenamiento en el trabajo (EET). Cada contraparte fue asociada a un experto del Equipo de estudios en su campo de especialidad.
- Los estudios de campo para comprender el estado actual del MRSU y el Proyecto Piloto (PP) como condición para la formulación del P/M fueron planificados, implementados y comprobados de manera conjunta a través de frecuentes consultas entre las C/Ps y el Equipo de Estudios.
- Las ideas para la elaboración del borrador de P/M fueron discutidas primeramente por los expertos de ambas partes y el Equipo de Estudios preparó un documento.
- Luego, el borrador del P/M fue perfeccionado en una serie de discusiones entre las C/Ps, el Equipo de Estudios y los organismos respectivos como el CITMA, la DPSC, la Empresa de Recuperación de Materias Primas (ERMP), el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), las Auroras, el gobierno municipal, etc.

- Los aspectos principales de los proyectos propuestos en el borrador del P/M también fueron discutidos y aprobados en el CS, posteriormente los comentarios de la parte cubana retroalimentaron la revisión del borrador del P/M. En el Informe Principal se anexa el Memorandum de estas discusiones en el CS como APENDICE 3.
- El borrador final del P/M fue elaborado por el Equipo de Estudios en el BI/F en septiembre de 2005. Reflejando los comentarios de la parte cubana al BI/F, los aspectos principales del P/M fueron nuevamente discutidos y aprobados por ambas partes en enero 2006 y luego se concluyó el P/M en este I/F.

Por lo tanto, aunque el informe haya sido redactado por el Equipo de Estudios, el P/M que se presenta en el Capítulo 3 fue totalmente formulado sobre la base del interés de la parte cubana con una participación tan activa como era posible.

1.2 Pasos en la Formulación del Plan Maestro y Aspectos Considerados

El P/M se formuló a través de las etapas siguientes

- 1ª Etapa: Revisión de la situación actual del MRS y análisis de las dificultades
- 2ª Etapa: Definición del marco futuro y pronóstico futuro sobre la cantidad y composición de los residuos
- 3ª Etapa: Definición de las condiciones socio económicas del MRS en la visión a largo plazo hasta el 2025
- 4ª Etapa: Consideraciones acerca de las estrategias del MRS hasta el 2015
- 5ª Etapa: Preparación del borrador del P/M
- 6ª Etapa: Preparación del plan de implementación del PP e información a los residentes sobre las generalidades del borrador del P/M como antecedente del PP
- 7ª Etapa: Implementación del PP y revisión del borrador del P/M sobre la base de la evaluación de los resultados y de las experiencias adquiridas en el PP
- 8ª Etapa: Preparación del Borrador de Informe Final (BIF) con el borrador final del P/M y ratificación de su contenido
- 9ª Etapa: Formulación del P/M (conclusión)

En el proceso de los pasos anteriores, el aspecto más importante a considerer fue la factibilidad del P/M. Por lo tanto, se propuso que los resultados de los PPs que se llevaran a cabo por el Estudio, fueran comprobados y retroalimentados al P/M. Sin embargo, como se muestra en la Parte 3 de manera detallada, los resultados de los PPs no pudieron comprobar totalmente la factibilidad de los proyectos propuestos en el P/M.

Por otra parte, considerando que los PPs fueron llevados a cabo bajo las condiciones limitadas del Estudio, tampoco puede decirse que todos los proyectos propuestos deberán rechazarse solo por los resultados de los PPs.

Por consiguiente, la C/P y el Equipo de Estudios consultaron y señalaron aquellos aspectos que deberán resolverse para la implementación de los proyectos en el P/M. Esos aspectos están resumidos en el Capítulo 4.

CAPITULO 2 RECOLECCION DE DATOS, ESTUDIOS DE CAMPO Y TALLERES

2.1 Recolección de Datos y Preparación

La recolección de datos y de información necesaria para la preparación del P/M fue realizada por el Equipo de estudio, conjuntamente con la Contraparte cubana (C/P), mediante una serie de estudios de campo. Estos estudios fueron realizados según el cronograma elaborado previamente, acordado en el Informe de Inicio (I/I) y cubrió los aspectos siguientes:

- Estudio de la cantidad y calidad de los residuos;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.1 y Libro de Datos A1)
- Estudio del mercado del reciclaje;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.2 y Libro de Datos A2)
- Estudio de la cantidad de RSU transportados a los vertederos;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.3)
- Estudio de tiempo y movimiento;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.4)
- Estudio de la calidad del agua y;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.5)
- Estudio de la conciencia ambiental;
(Informe Principal Parte 1, 2.2.6)

Además de los estudios anteriores, se llenó un cuestionario en 15 fábricas y cinco 5 hospitales con el fin de identificar sus sistemas de MRS así como la cantidad de residuos industriales y de desechos hospitalarios generados.

2.2 Estudios de Campo y Encuestas

2.2.1 Estudio de la Cantidad y la Calidad de los Residuos

El estudio de la cantidad y la calidad reveló el índice de generación de residuos, la situación actual de la generación de residuos, la composición física de los RSU según la fuente generadora y las características químicas de los RSU. Los resultados se analizan a continuación.

(1) Estudio de la cantidad y composición de los residuos

Los objetivos del estudio de la cantidad y la composición eran identificar la cantidad y la composición de los RSU y efectuar la transferencia tecnológica a la C/P durante la implementación del estudio. En el primer estudio durante la

estación seca, la C/P aprendió cómo llevar a cabo el estudio. En el segundo estudio realizado durante la estación lluviosa, la C/P ya estaba familiarizada con el método de estudio y era capaz de asumir el papel principal en lugar del Equipo de Estudio. En la Tabla 2.2.1 se muestra el resumen del estudio de la cantidad y la composición de los residuos.

Tabla 2.2.1 Esquema del Estudio de la Cantidad y Composición de los RSU

Aspectos	Estudio de cantidad	Estudio de composición
Periodo del estudio	Estación seca: 16-21 Abril, 2004 Estación lluviosa: 30 de Septiembre al 5 de Octubre, 2004	
Cantidad de días estudiados	Dos días entre semana y dos días de fin de semana	Dos días en cada estación
Número de estudios realizados:	1) Estudio sobre residuos domésticos 5 municipios en 9 viviendas cada uno; total 45 viviendas 1-1) Ciudad Habana: 2 municipios (Plaza, Centro Habana) 1-2) Periferia: 3 municipios (Boyeros, Guanabacoa, Marianao) 2) Estudio sobre residuos comerciales 2-1) Hoteles: 3 2-2) Restaurantes: 3 2-3) Oficinas: 3 3) Estudio sobre los residuos transportados a vertederos: 3-1) En 2 Vertederos provinciales: Calle 100 y Guanabacoa 3-2) En 2 Vertederos del periodo especial: Fraternidad y Los Perros	

1) Cantidad de residuos

Las Tablas 2.2.2 y 2.2.3 muestran la tasa unitaria de generación de residuos domésticos y comerciales obtenidas del estudio, lo que constituye un parámetro básico de la generación de residuos. La tasa unitaria promedio de generación de residuos domésticos en cinco municipios fue de 0.7 kg/día/persona en la estación seca y ligeramente inferior, 0.6 kg/día/persona, en la estación lluviosa. En lo que se refiere a los residuos de los tres tipos de comercios, los valores promedios de tasa unitaria de generación en la estación lluviosa fueron algo menores o casi iguales a los de la estación seca.

Tabla 2.2.2 Tasa Unitaria de Generación (Residuos Domésticos)

Municipio	Número de objetivos	Días de estudio	Número de muestras efectivas	Tasa unitaria de generación (kg/día/persona)			
				Mínimo	Promedio	Máximo	
Estación seca	Centro Habana	9	4	36	0.0	0.7	3.9
	Guanabacoa	9	4	36	0.1	0.6	2.1
	Plaza	9	4	36	0.1	0.7	3.4
	Marianao	9	4	36	0.2	0.9	2.5
	Boyeros	9	4	34	0.1	0.9	4.8
	Promedio	9	4	36	-	0.7	-
	Total	45	20	178	-	-	-
Estación lluviosa	Centro Habana	9	4	35	0.1	0.6	3.2
	Guanabacoa	9	4	34	0.0	0.4	1.3
	Plaza	9	4	35	0.0	0.7	1.5
	Marianao	9	4	35	0.0	0.7	3.1
	Boyeros	9	4	36	0.1	0.6	1.9
	Promedio	9	4	35	-	0.6	-
	Total	45	20	176	-	-	-

Nota: El valor de la tasa unitaria de generación se redondea a un punto decimal.

Tabla 2.2.3 Tasa Unitaria de Generación (Residuos Comerciales)

Unidad: Oficina: kg/día/trabajador, Restaurante: kg/día/establecimiento, Hotel: kg/día/habitación

Estación	Tipo de comercio	Número de Estudios	Días de estudio	Cant. de muestras efectivas	Índice unitario de generación		
					Mínimo	Promedio	Máximo
Estación seca	Oficina	3	2	6	0.1	0.3	0.6
	Hotel	3	4	11	0.3	1.2	2.4
	Restaurante	3	4	11	10.0	30.5	40.0
Estación lluviosa	Oficina	3	2	6	0.0	0.1	0.4
	Hotel	2	4	7	0.5	0.8	1.3
	Restaurante	2	4	8	14.4	23.8	40.3

Nota: El valor de la tasa unitaria de generación se redondea a un punto decimal.

Durante estos días de estudio también se contabilizó la cantidad de viajes diarios para la transportación de RSU a los vertederos y sus resultados se muestran en la Tabla 2.2.4. El vertedero de la Calle 100 recibió alrededor de 150-370 viajes en la estación seca y alrededor de 190-450 viajes en la estación lluviosa. La cantidad de viajes diarios al vertedero de Guanabacoa fue aproximadamente 40-130 en la estación seca y alrededor de 20-78 en la estación lluviosa. Los residuos transportados a vertederos de periodo especial (VPE) fue mucho menor que a los vertederos provinciales, concretamente Calle 100 y Guanabacoa.

Tabla 2.2.4 Transportación Diaria de Residuos a los Vertederos

			Entresemana	Sábado	Domingo
Vertederos provinciales	Calle 100	Seca	357 - 369	315	149
		Lluviosa	348 - 455	189	Sin inform.
	Guanabacoa	Seca	118 - 127	101	40
		Lluviosa	146	78	42
Vertederos del periodo especial	Los perros	Seca	42	35	29
		Lluviosa	43 - 52	20	9
	Fraternidad	Seca	32 - 59	39	35
		Lluviosa	38	40	20

Nota: Seca: Estación seca Lluviosa: Estación lluviosa

2) Composición de los residuos

La Tabla 2.2.5 muestra los resultados del estudio de composición incluyendo los residuos domésticos y comerciales. En lo que se refiere a los residuos domésticos, el promedio en las dos estaciones fue, para papel y vidrio, 10% cada uno, y los residuos de cocina representaron el 61%, lo cual es la mayor parte de los residuos domésticos, aproximadamente el 80%. La proporción de papel en los residuos comerciales fue más del 20%, considerablemente mayor que en los residuos domésticos. La proporción promedio de aluminio fue de 11% en los hoteles y 6% en los restaurantes, durante las dos estaciones, que resultó mayor que en los residuos domésticos. Esto hace pensar que estas clases de comercio pueden ser una buena fuente potencial de artículos de aluminio y papel para su reciclaje.

Tabla 2.2.5 Resultados Del estudio de la Composición

(Unidad: peso-%)

Componentes		Residuos domésticos			Residuos transportados a los vertederos					
		Viviendas			Vertedero provincial			Vertedero Periodo Especial		
		Seca	Lluvia	Prom	Seca	Lluvia	Prom	Seca	Lluvia	Prom
1	Papel	9	11	10	12	15	13	12	16	14
2	Aluminio	1	3	2	1	2	1	0	1	0
3	Acero y hierro fundido	1	1	1	1	0	0	1	1	1
4	Plásticos	8	9	9	9	13	11	9	9	9
5	Vidrio	11	9	10	3	2	2	2	2	2
6	Textiles	1	3	2	3	2	3	3	6	4
7	Residuos de madera y patios	9	2	5	5	2	3	9	3	6
8	Residuos de cocina	60	61	61	62	63	62	53	60	57
9	Caucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Cuero	0	0	0	1	0	1	0	0	0
11	Otros	0	1	0	4	0	2	11	3	7
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Componentes		Residuos comerciales								
		Hotel			Restaurante			Oficina		
		Seca	Lluvia	Prom.	Seca	Lluvia	Prom.	Seca	Lluvia	Prom.
1	Papel	22	21	21	22	26	24	38	48	43
2	Aluminio	3	20	11	4	8	6	1	0	0
3	Acero y hierro fundido	1	2	2	2	1	1	0	1	0
4	Plásticos	9	9	9	8	13	11	7	4	6
5	Vidrio	13	8	10	19	5	12	3	0	2
6	Textiles	0	2	1	0	2	1	1	1	1
7	Residuos de madera y patios	0	0	0	0	1	0	0	2	1
8	Residuos de cocina	52	38	45	45	45	45	51	45	48
9	Caucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Cuero	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota: Seca: Estación seca; Lluvia: Estación lluviosa

(2) Análisis químicos de los residuos sólidos

El objetivo del estudio de análisis químico en los residuos sólidos urbanos era identificar las características químicas de los residuos sólidos enterrados en los vertederos existentes y los residuos orgánicos procedentes de las viviendas y comercios. El estudio se hizo desde Junio hasta Julio de 2004. En la Tabla 2.2.6 se presentan los aspectos estudiados.

Tabla 2.2.6 Elementos Estudiados en el Análisis Químico

Elementos analizados	Residuos sólidos enterrados	Residuos orgánicos para compostaje
		Las muestras fueron tomadas en los vertederos de Calle 100 , Guanabacoa y Ocho Vías a dos profundidades (15 cm, 1m) de tres puntos, en cada lugar.
Elementos analizados (1) pH, EC, Cd, Zn, Cu, Pb, Cr ⁶⁺ , As, T-Hg, T-CN, PCB, Grasa y Aceite, Humedad, Contenido de cenizas	Analizado	No analizado
Elementos analizados (2) Contenido de combustible, Valor calórico más bajo	Analizado	--
Elementos analizados (3) T-C, T-N, T-P, K, Na, Mg, Ca	--	No analizado

El resultado del análisis indica que las muestras de los residuos sólidos mezclados enterrados en los vertederos existentes contenían metales pesados como plomo y mercurio. Por otra parte, los residuos orgánicos tomados de las viviendas y los mercados no contenían metales pesados a niveles peligrosos.

En Cuba no existe una norma para los fertilizantes. Por lo tanto, el resultado de los análisis de residuos orgánicos fueron comparados con las normas de Japón (en lo que se refiere a cadmio, arsénico o mercurio total) y se encontró que sus valores no exceden las mismas.

Puesto que la proporción de C/N de los residuos orgánicos generados en las viviendas y los mercados era inferior a 20, se considera que estos residuos son aptos para ser empleados en el compostaje.

En el Informe Complementario D2 se ofrecen detalles del estudio de la calidad de los residuos.

2.2.2 Estudio del Mercado de Reciclaje

(1) Objetivo y metodología del estudio

La actividad de reciclaje en Cuba es controlada en su totalidad por la UERMP (Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas), uno de sus miembros es la ERMP (Empresa de Recuperación de Materias Primas) de la Ciudad de La Habana. Actualmente el material reciclable es recolectado y vendido al mercado exclusivamente por la UERMP. La recuperación del material a partir de los RSU, está actualmente prohibida y, por consiguiente, no existe otro sistema de manera

oficial, salvo el que lleva a cabo la DPSC en la Ciudad de La Habana bajo el control de la UERMP.

Como la ERMP posee la mayor parte de la información relacionada con el reciclaje en la Ciudad de La Habana, el estudio se llevó a cabo a través de entrevistas y conversaciones con funcionarios de la ERMP y con productores que utilizan materias recuperadas para su producción. Las entrevistas se basaban en un cuestionario preparado por el Equipo de Estudios.

El periodo del estudio fue de Mayo a Junio de 2004. El cuestionario del Equipo de Estudios abarcaba el tipo de negocio, la cantidad y los precios (de compra y de venta).

(2) Resultados del estudio

En la Tabla 2.2.7 se muestra la cantidad de materiales reciclables recogidos por la ERMP en los años 2000 y 2003. Se observa una notable diferencia en las cifras del 2000 y el 2003, lo que indica que la cantidad recuperada varía cada año.

En el 2003, la cantidad fue de 56,000 toneladas/año. Las cantidades de acero y de hierro fundido fueron predominantes en la cantidad total, aunque fue muy inferior a la del año 2000. La cantidad recuperada de papel, cartón, vidrio y plomo también se redujo, en tanto la cantidad recuperada de aluminio, bronce y cobre se elevó con respecto al año 2000.

Tabla 2.2.7 Materiales Recuperados por la ERMP de Ciudad de La Habana

Materiales	Cantidad recuperada (ton/año)	
	2000	2003
Papel y cartón	10,718.7	7,469.3
Plástico	356.7	452.2
Acero y hierro fundido	70,939.3	29,975.6
Aluminio	668.5	3,599.5
Vidrio	428.9	224.3
Botellas de vidrio	9,064.4	9,012.0
Hilachas de tejidos	190.7	151.4
Paquetes de tejidos	3,350.8	2,501.2
Bronce	296.4	865.7
Cobre	657.6	1,673.3
Plomo	802.4	303.2
Total	97,474.4	56,227.7

Fuente: ERMP Ciudad de La Habana, 2004

Existen fábricas que procesan los materiales recuperados todas las cuales pertenecen a la UERMP. Los materiales procesados por estas compañías incluyen papel, plásticos, metales no ferrosos, acero y botellas de vidrio.

Sin embargo, los precios del mercado de los materiales reciclables, determinados por la UERMP, no pudieron obtenerse en el estudio.

2.2.3 Estudio de la Cantidad de RSU Transportada a los Vertederos

(1) Objetivo del estudio

El objetivo del estudio era conocer (i) la proporción de residuos recogidos sobre la cantidad total de residuos de recolección las condiciones actuales, incluyendo la proporción de recogida de la cantidad de residuos y (ii) el tipo de residuos transportados a todos los vertederos existentes. Los resultados fueron analizados para identificar la cantidad real de recogida, el tipo de residuos transportados, el número de vehículos utilizados y su fluctuación diaria.

(2) Descripción del estudio

El estudio se llevó a cabo en los 14 vertederos existentes: a saber, 3 provinciales, 1 municipal y 10 vertederos del periodo especial. Como se observa en la Figura 2.2.1, el procedimiento para el estudio fue ligeramente diferente en el caso de la transportación desde 11 municipios y el caso de la transportación por organismos y otros 4 municipios.

El estudio sobre la transportación desde los 11 municipios fue realizado durante ocho días consecutivos, (del 9 al 16 de marzo de 2004), para contar el número de vehículos de recogida de la UPPH y de la DMSC que entraban a los vertederos de la Calle 100 y de Guanabacoa. Además de este estudio de 8 días, fueron recogidas las anotaciones sobre la cantidad de RSU transportados a los demás vertederos para hacer un estudio completo.

La hoja de datos para el pesaje de los residuos en el vertedero de Calle 100 contenía los elementos siguientes:

- Número de matrícula del vehículo para determinar el volumen correspondiente
- Tipo de vehículo, clasificado como camión compactador (C/C), camión de volteo C/V, tractor con carreta T/C, carretones tirados por caballos H/C y otros
- Clasificación de residuos en domésticos/comerciales, voluminosos y de construcción, industriales, hospitalarios y otros residuos
- Nombre del distrito, municipio y organización para determinar el área de recogida
- Peso del vehículo antes y después de verter los residuos
- Peso específico de los residuos
- Otras informaciones como fecha, hora de llegada, etc.

El peso de los vehículos de recogida cargados con residuos y vacíos se midió con 3 básculas para camiones instaladas en la planta de reciclaje cerca de Calle 100, en el muelle del Puerto de La Habana y en el molino de piedra cerca del vertedero de Guanabacoa. Sobre la base de los resultados de estas mediciones, se calculó el peso y la densidad de los RSU y de los residuos voluminosos por cada vehículo.

Con relación a los residuos transportados por los organismos con vehículos propios, no fue posible obtener el peso de los residuos en la báscula y, por lo tanto, se calculó el peso de los residuos recogidos por los mismos a partir de la observación visual del volumen, el peso específico calculado y el volumen nominal de carga del vehículo.

El tipo de residuos fue identificado mediante inspección visual por el personal de la puerta en cada vertedero.

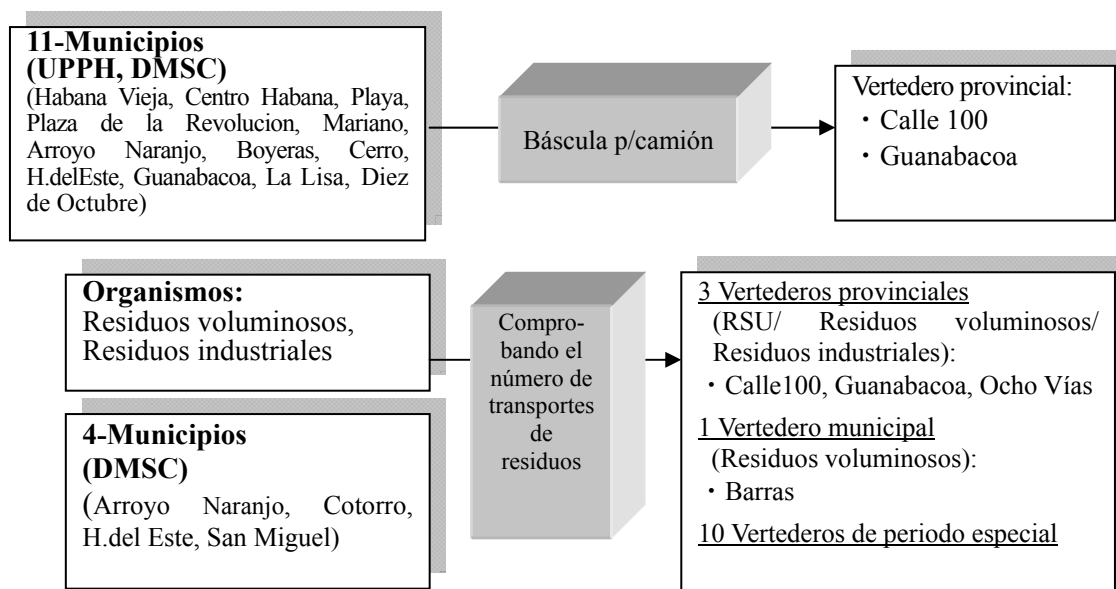


Figura 2.2.1 Procedimiento para el Estudio sobre la Cantidad de RSU Transportada a los Vertederos

(3) Resultado del estudio

1) Cantidad de viajes de vehículos para la transportación de residuos

El número de vehículos que transportaron residuos sólidos a los vertederos durante los 8 días fue de 6,400. El número de transportes de residuos sólidos al vertedero de la Calle 100 representó el 47% del total. El vertedero de Guanabacoa y el vertedero de residuos industriales de Ocho Vías recibieron 13%, cada uno. El 27% restante fue transportado a otros vertederos municipales y a vertederos de período especial. El detalle sobre el número de transportes de residuos sólidos se muestra en la Tabla 2.2.8. Este resultado

fue similar al de los dos estudios realizados anteriormente sobre cantidad y calidad de los residuos realizados en la estación seca y en la estación lluviosa que se muestran en la Tabla 2.2.4

Tabla 2.2.8 Cantidad de Viajes de Vehículos para el Transporte de Residuos Sólidos

Tipo de vertedero	Vertedero	No. de viajes de vehículos		Proporción
		Total en 8 días	Promedio/día	
Provincial	Calle 100	2,992	374	46.9%
	Guanabacoa	834	104	13.1%
	Ocho Vías	819	102	12.8%
Municipal	Barreras	146	18	2.3%
Periodo especial	Eléctrico	145	18	2.3%
	Fraternidad	219	27	3.4%
	Guásimas	130	16	2.0%
	Lugardita	137	17	12.1%
	P. Latina	52	7	0.8%
	Rincón	158	20	2.5%
	Las Cañas	83	10	1.3%
	El Vidrio	318	40	5.0%
	Los Perros	305	38	4.8%
Campo Florido	40	5	0.6%	
Total		6,378	798	100.0%

2) Pesaje de los vehículos

El número total de vehículos de recogida de la UPPH pesados en la báscula del vertedero de la Calle 100 fue de aproximadamente 1,830 durante ocho días, lo que hace un promedio de 229 vehículos por día. Alrededor del 90% eran vehículos mecanizados como C/C, C/V y T/C.

Se calculó la densidad volumétrica para cada tipo de vehículo. La información se utilizó para estimar el peso de los residuos provenientes de organismos en los cuales no se había llevado a cabo el pesaje

3) Densidad volumétrica de los residuos sólidos

La Tabla 2.2.9 muestra la densidad volumétrica por tipo de residuos, según se obtuvo del pesaje en la báscula de Calle 100. El pesaje sufrió pequeñas dificultades en la clasificación del tipo de residuo, pues están compuestos de diversos materiales. La mayoría de los residuos fueron clasificados como domésticos y los residuos mezclados con restos voluminosos fueron clasificados como residuos voluminosos.

Sobre la base de los resultados del pesaje en Calle 100 y también la incorporación de otras informaciones obtenidas en estudios anteriores, los expertos de la DMSC y la UPPH establecieron los valores estándares de densidad volumétrica por tipo de residuo y vehículo como se muestra en la Tabla 2.2.10. Estos valores se utilizaron para estimar la cantidad total de

residuos recolectados en toda el área, incluyendo los residuos cuyo pesaje no pudo realizarse.

Además, se calculó la densidad volumétrica de los residuos transportados por H/C sobre la base de un muestreo de pesaje en la báscula para camiones en la planta de reciclaje el 27 de Mayo del 2004. Estos resultados se muestran en la Tabla 2.2.11 a continuación.

La Tabla 2.2.12 muestra el resultado del pesaje de escombros típicos realizado en la planta de reciclaje. El mismo camión fue pesado en dos oportunidades diferentes.

Tabla 2.2.9 Resumen de la Densidad Volumétrica Promedio del Pesaje de Residuos en Calle 100

Unidad: kg/m³

Tipo de vehículo	Residuos domésticos y comerciales	Residuos voluminosos		Residuos industriales	Desechos de hospitales	Otros
		Escombros	Saneamiento			
C/C	492.6		392.2			
C/V	211.1	443.0	275.4	239.5	178.2	326.3
T/C	167.5		145.8			145.4
H/C (Urbano)	85.7					

Tabla 2.2.10 Resumen del Valor Evaluado de Densidad Volumétrica de los Residuos

Unidad: kg/m³

Tipo de vehículo	Residuos domésticos y comerciales	Residuos voluminosos		Residuos industriales	Desechos de hospitales	Otros
		Escombros	Saneamiento			
C/C	500	-	400	240	-	240
C/V	220	450	280	210	180	210
T/C	170	210	150	-	120	240
H/C (S-Urbano)	200	-	-	210	-	-
H/C (Lejano)	100	-	-	-	-	-
Otro	380	140	100	210	-	240

Tabla 2.2.11 Densidad Volumétrica de Residuos Transportados por H/C

Tipo de vehículo	Tipo de residuos	Tamaño del carretón				Peso neto (kg)	% de carga	Densdad vol. (kg/m ³)	Mncpio
		A (m)	L (m)	H (m)	m ³				
H/C No.1	mezclados	1.7	1.7	0.75	2.17	420	0.95	204	Boyeros
H/C No.2	mezclados	1.2	1.5	0.5	0.9	340	1.2	315	Boyeros
Promedio					1.57			260	

Tabla 2.2.12 Densidad Volumétrica de los Escombros

Tipo de vehículo	Origen de los escombros	Capacidad del C/V (m)		Neto (tons)	% de carga	Densidad volumétrica. (kg/m ³)	Observaciones
		Número de placa	M ³				
C/V No.1	Organismo	HUN204 (KPA3)	8.0	8.30	1.0	1,037	Ministerio de la Construcción
C/V No.2	Organismo	HUN204 (KPA3)	8.0	7.84	1.0	980	
Promedio			8.0			1,000	

2.2.4 Estudio de Tiempo y Movimiento

(1) Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio era identificar las condiciones actuales de recogida y transportación de los RSU e identificar el número adecuado de contenedores y el método de operación de los vehículos de recogida

(2) Descripción del estudio

El estudio de tiempo y movimiento de los vehículos, incluyendo los H/C se hizo durante cuatro días, (dos días para el área de la Ciudad de La Habana y dos días para el área semi urbana), desde el 24 de abril al 3 de junio de 2004. El estudio también analizó las condiciones actuales de cada sistema de recogida utilizando los diversos tipos de vehículos a cargo de la UPPH y la DMSC.

Se seleccionaron cuatro rutas de estudio: las rutas No.1 y No.4 en los municipios de Centro Habana y Habana Vieja con C/C, la ruta No.2 en el municipio Regla con T/C y la ruta No.3 en el municipio Arroyo Naranjo con H/C. Los vehículos fueron monitoreados en su completo recorrido desde el taller de mantenimiento donde parquean hasta su regreso al taller original. Se registró el tiempo de trabajo y la distancia recorrida en cada actividad en orden cronológico. Los elementos principales anotados fueron:

- Distancia de operación y velocidad de traslación desde el área de parqueo inicial hasta el final del trabajo, moviéndose entre puntos de recogida, así como la distancia hasta los vertederos.
- Tiempo de operación que incluye tiempo de reunión en la oficina, tiempo de preparación, tiempo de traslación desde el área inicial de parqueo y regreso al terreno de parqueo original, tiempo de movimiento para recoger, tiempo para cargar en los puntos de recogida y tiempo en la descarga.
- Condiciones de los puntos de recogida y de sus contenedores.

El estado de las rutas estudiadas se muestran en la Tabla 2.2.13.

Tabla 2.2.13 Condiciones de las Rutas Estudiadas

	Ruta-No.1 (Area Ciudad Habana)	Ruta-No.2 (Area semiurbana)	Ruta-No.3 (Area semiurbana)	Ruta-No.4 (Area Ciudad Habana)
Fecha del estudio	24 Abril, 2004 (6:40am-1:30pm)	30 Abril, 2004 (6:05am-2:00pm)	7 Mayo, 2004 (6:15am-11:30am)	3 Junio, 2004 (7:30pm-2:30am)
Municipio	Centro Habana	Regla	Arroyo Naranjo	Habana Vieja
Ruta	Pueblo Nuevo	Loma Modelo	Los Moros	Consejo Tallapiedra
Tipo de vehículo de recogida	Recogida especializada (Camión compactador: C/C: HUR 388: 18 m ³ fabricación Rusa junio 2004)	Recogida tradicional (Tractor con carreta: C/T: 10 m ³)	Recogida tradicional Carretón tirado por caballo (H/C: 1.8 m ³)	Recogida especializada (Camión compactador: C/C: HKF647: 18 m ³ fabricación Francesa, mayo 2003. Donado por ONU)
Tipo de contenedor	Contenedores de 770~1100 litros PVC	Bolsas plásticas, latones metálicos, Cajas, etc.		Contenedores de 770~1100 litros PVC
Area de estudio (km ²)	0.51	1.96	0.18	2.60
Población	30,632	9,943	1,368	42,740
Número de viviendas/Edificios multifamiliares	1,025	2,411	366	-
Población por edificio (personas/edificio)	29.60	4.10	3.70	-
Densidad de población por superficie (personas/km ²)	59,533	5,073	7,600	16,438
Número de puntos de recogida	79	176	143	114
Número contenedores p/recogida de residuos	103	404	198	221
Tipo de área	Mixta, con áreas residenciales, comerciales y turísticas	Zona residencial típica y cerca de un área industrial	Zona residencia típica en áreas sub urbanas	Mixta, con zonas residenciales, turísticas e industriales,

(3) Resultados del estudio

1) Cantidad de recogida de RSU

La cantidad de residuos recogidos observada en el estudio se presenta en la Tabla 2.2.14.

El estudio comprobó que la cantidad de RSU recogida es de 15.1 toneladas/día en el municipio Centro Habana, 3.4 toneladas/día en el municipio de Regla, 0.4 toneladas/día en el municipio Arroyo Naranjo y 23 toneladas/día en el municipio Habana Vieja. El mayor valor de recogida fue de 203 kg/día transportadas por el C/C, (HKF647 hecho en Francia), en tanto el menor fue de 2.8 kg/día recogida por un H/C. El factor de compresión de los residuos recogidos en Centro Habana por el C/C (HUR388 hecho en

Rusia en el 2003) fue de aproximadamente 2.5, lo cual era inferior al valor nominal. El vehículo HKF647 (modelo francés del 2002) tenía un factor de compresión de más de 4.5. Aunque el HKF647 mostró un factor de compresión mejor que el modelo ruso, su precio (USD121,000) era más de dos veces el del modelo Ruso (USD50,000).

La generación de residuos per cápita fue de aproximadamente 0.5 kg en el área de recogida con C/C y de 0.3 kg en el área de recogida con H/C.

Tabla 2.2.14 Cantidad de Residuos Recogidos

Descripción	C/C: HUR 388	T/C	H/C	C/C: HKF 647	Promedio
Cantidad total de residuos recogidos (kg)	15,100	3,410	400	23,200	10,528
Cantidad total de residuos recogidos (lit/día)	88,220	17,100	3,900	174,500	70,930
Cantidad recogida per cápita (kg/capita)	0.497	0.343	0.292	0.543	0.419
Cantidad recogida por vivienda (kg/vivienda)	14.70	1,414	1,093	-	
Número de viajes	2	2	3	2	2
Cantidad por estación (kg/punto de recogida)	191.1	19.4	2.8	203.5	104
Factor de compresión de los vehículos C/C	2.45	-	-	4.85	3.65

2) Tiempo de operación

El tiempo de operación se estima en unos 350 a 400 minutos para un sistema de recogida con C/C, 460 minutos para T/C y 260 minutos para H/C, según se muestra en la Tabla 2.2.15. El tiempo de operación del T/C fue el más prolongado de las cuatro recogidas.

En el caso de la recogida con C/C y T/C, se puede asignar más tiempo de transportación en comparación con el caso de H/C. Los C/C consumen casi el mismo tiempo en cada tipo de actividad (promedio de 25% en cada una). El mayor tiempo consumido en las recogidas con T/C es de 34% para el tiempo de carga, mientras H/C invierte 43% en el traslado..

Tabla 2.2.15 Tiempo de Operación para la Recogida y Transportación de los RSU

Descripción		C/C: HUR 388		T/C		H/C		C/C: HKF 647	
Tiempo de operación (min)	Carga	84	20.5%	155	33.9%	30	11.4%	103	29.9%
	Traslado	106	25.9%	67	14.6%	113	43.4%	69	20.0%
	Transportación	110	26.9%	107	23.4%	48	18.5%	85	24.8%
	Preparación/Descarga	109	26.7%	129	28.1%	70	26.7%	87	25.3%
	Total	409	100.0%	458	100.0%	261	100.0%	344	100.0%

Nota: Tiempo de traslado es el tiempo invertido entre un punto de carga y el siguiente. El tiempo de transportación es el tiempo empleado entre el último punto de carga y el vertedero.

El tiempo unitario empleado por punto de recogida, por peso y por volumen aparece en la Tabla 2.2.16. El tiempo de recogida por punto fue mayor en el caso del C/C, de 3.8 a 5.2 minutos por C/C. La mayor capacidad de recogida por minuto fue mayor en el C/C de aproximadamente 37 kg para el HUR388 y 68 kg para el HKF647. Esto fue entre 25 y 65 veces el peso recogido por un

H/C, que fue de 1.5 kg/min. El volumen recogido por minuto muestra cifras similares. En general la recogida con C/C parece ser más eficiente en comparación con otros vehículos.

Tabla 2.2.16 Tiempo de Operación

Descripción		C/C:HUR 388	T/C	H/C	C/C:HKF 647	Prome- dio
Tiempo unitario para punto de recogida (min/punto)	Carga	1.06	0.88	0.21	0.90	0.76
	Traslado	1.34	0.65	1.10	0.60	0.92
	Transportación	1.39	1.04	0.47	0.75	0.91
	Preparación/Descarga	1.38	1.25	0.68	0.76	1.02
	Total	5.17	4.45	2.54	3.01	3.79
Tiempo unitario por Peso (kg/min)	Carga	180.51	21.93	13.47	226.34	110.57
	Traslado	143.06	50.93	3.53	337.95	133.87
	Transportación	137.27	31.79	8.28	273.17	112.63
	Preparación/Descarga	138.53	26.43	5.71	266.67	109.34
	Total	36.99	7.43	1.53	67.62	28.39
Tiempo unitario por cantidad recogida (lit/min)	Carga	1,055	110	131	1,702	749
	Traslado	836	255	34	2,542	917
	Transportación	802	159	81	2,055	774
	Preparación/Descarga	809	133	56	2,006	751
	Total	216	37	15	509	194
Nº de viajes (veces)		2	2	3	2	2.25

3) Distancia de operación

Las distancias totales de operación para los vehículos de recogida y transportación se muestran en la Tabla 2.2.17. Incluyendo la distancia de traslación hasta los vertederos, la mayor por día fue de 70 a 80 km para un C/C. El H/C viajaba solamente 6.3 km por día. La distancia total de traslación de un punto de recogida al siguiente era de 13 a 22 km en el caso del C/C y de 7.4 km para el T/C. Lo anterior es de cinco a seis veces mayor que los 3 km observados para los H/C.

Tabla 2.2.17 Distancia de Operación Diaria para los Vehículos de Recogida

Unid.: km

Distancia de operación	C/C: HUR 388			T/C			H/C				C/C: HKF 647			Prom
	1er viaje	2do viaje	Total	1er Viaje	2do viaje	Total	1er viaje	2do viaje	3er viaje	Total	1er viaje	2do viaje	Total	
Traslado	7.50	6.26	13.76	3.61	3.73	7.34	0.76	1.84	0.67	3.27	5.85	16.49	22.34	11.7
Transportación	39.00	29.00	68.00	11.92	15.76	27.68	1.50	0.90	0.60	3.00	17.50	28.50	46.00	36.2
Total	46.50	35.26	81.76	15.53	19.49	35.02	2.25	2.74	1.27	6.26	23.35	44.99	68.34	47.8
Proporción	56.9%	43.1%		44.3%	55.7%		36.0%	43.7%	20.3%		34.2%	65.8%		
Vertedero	Calle 100			Guanabacoa			Fraternidad				Calle 100			

4) Velocidad de operación

En la Tabla 2.2.18 se muestra un resumen de la velocidad de operación para cada tipo de vehículo de recogida.

La velocidad de operación promedio se calculó en 12 km/h para la recogida con C/C, 4.6 km/h para la recogida con T/C y 1.4 km/h para la recogida con

H/C. No hubo gran diferencia en la velocidad de operación del C/C y el T/C entre el primer y el segundo viaje. Sin embargo, con H/C se observó una disminución del 30 al 40% entre el primer y tercer viaje.

Tabla 2.2.18 Velocidad de Operación de los Vehículos de Recogida

Velocidad de operación (km/hr)	C/C: HUR 388			T/C			H/C				C/C: HKF 647			Prom
	1ro viaje	2do viaje	Prom	1ro viaje	2do viaje	Prom	1ro viaje	2do viaje	3rd viaje	Prom	1ro viaje	2do viaje	Prom	
Traslado	8.0	7.6	7.8	6.4	6.8	6.6	2.2	1.5	1.9	1.9	14.5	22.3	19.5	5.4
Transportación	39.7	34.1	37.1	13.9	16.9	15.5	4.5	3.3	3.1	3.6	29.5	34.7	32.5	18.8
Total	13.1	10.8	12.0	4.2	4.9	4.6	1.7	1.4	1.1	1.4	10.7	12.7	12.0	6.0
Coefficiente	1.1	0.9	1.0	0.9	1.1	1.0	1.2	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.0	

5) Cantidad de personal

La cantidad promedio de personal para los diferentes tipos de recogida se muestra en la Tabla 2.2.19. La cantidad total de trabajadores para cargar los RSU era de cuatro a cinco, incluyendo un chofer para la recogida con C/C. La cantidad de personal difiere según el tipo de vehículo y la ruta de recogida. En la recogida con T/C, dos miembros permanecían en la carreta, mientras los otros recogían manualmente los residuos situados en las aceras derecha e izquierda. La recogida con H/C era realizada por una persona, quien recogía los residuos en la acera mientras daba órdenes al caballo para controlar la velocidad de recogida.

Tabla 2.2.19 Cantidad de Personal Dedicado a la Recogida de Residuos

	C/C: HUR 388	T/C	H/C	C/C: HKF647	Promedio
Chofer	1	1	1	1	1
Tripulación	2	4	0	3	2.75
Total	3	5	1	4	3.25

2.2.5 Estudio de la Calidad del Agua en los Vertederos

(1) Objetivo del estudio

El objetivo del Estudio de la calidad del agua era medir las características físicas y químicas del agua dentro y en los alrededores de los vertederos en la Ciudad de La Habana. Los resultados del estudio se utilizaron para determinar el impacto ambiental de los vertederos sobre sus alrededores.

(2) Metodología del estudio

1) Puntos de muestreo

El muestreo se implementó en y alrededor de los vertederos. El número total de puntos de muestreo fue de 19 para la estación seca y 22 para la estación

lluviosa. Los detalles acerca de los puntos de muestreo se reflejan en la Tabla 2.2.20.

Tabla 2.2.20 Punto de Muestreo de Agua

Vertedero	Muestra	Punto de muestreo	
		Estación seca	Estación lluviosa
Calle 100	Agua de río cercano	4 puntos en el Río Almendares	4 puntos en el Río Almendares
	Agua subterránea	5 puntos	4 puntos
	Lixiviado en vertederos	5 puntos	5 puntos
Guanabacoa	Agua de río cercano	2 puntos	2 puntos
	Agua subterránea	1 punto	1 punto
	Lixiviado en vertederos	1 punto	2 puntos
Ocho Vías	Agua subterránea	1 punto	1 punto
	Lixiviado en vertederos	-	2 puntos
Campo Florido	Agua subterránea	-	1 punto
Total		19 puntos	22 puntos

2) Elementos y frecuencia del estudio

Los elementos para verificar los parámetros de calidad del agua se muestran en la Tabla 2.2.21.

Tabla 2.2.21 Elementos de Estudio

Elementos de estudio y parámetros analíticos
(1) pH (2) DO, (3) EC, (4) TDS, (5) COD, (6) BOD, (7) SS, (8) Bacterias coliformes, (9) Cadmio (Cd), (10) Cinc (Zn), (11) Cobre (Cu), (12) Plomo (Pb), (13) Cromo (Cr ⁶⁺), (14) Arsénico (As), (15) Mercurio total (T-Hg), (16) Cianuro total (T-CN), (17) Nitrógeno amoniacal (NH ₄ ⁺), (18) Nitrato Nitrógeno (NO ₃ ⁻), (19) Nitrito Nitrógeno (NO ₂ ⁻), (20) T-N, (21) T-P, (22) Grasa y aceite, (23) Fenol, (24) Detergente, (25) Acidez y alcalinidad, (26) Temperatura, (27) Color, (28) Turbidez, (29) Olor, (30) Sólidos volátiles

Nota: La fecha, hora, estado del tiempo y la temperatura del aire fueron registrados cuando se recolectaba cada muestra.

3) Perforación e instalación de pozos de monitoreo

Se realizaron perforaciones en cinco ubicaciones, cuatro en el vertedero de Calle 100 y una en el vertedero de Ocho Vías. Los pozos fueron suficientemente profundos como para llegar al acuífero principal. Antes de iniciar los trabajos de perforación, se estudió la profundidad de los acuíferos en el área de la Calle 100 y de Ocho Vías. Se recolectaron núcleos y se hicieron registros del sondeo basados en la observación visual de los núcleos. Se instalaron cinco pozos de sondeo en los cuales se insertó una tubería de revestimiento de PVC suministrada por el Equipo de Estudios. Esta tubería fue colocada hasta una profundidad que alcanzara el fondo del acuífero. El espacio entre el diámetro interior del pozo y la tubería se relleno con arena gruesa y se selló en su parte superior con una tapa metálica para evitar la contaminación del pozo desde la superficie.

En el Informe Complementario D3 se muestra la ubicación y la profundidad de los pozos instalados.

(3) Resultados del estudio

Los detalles de los resultados del estudio se incluyen en el Informe Complementario D3. A continuación se resumen las principales conclusiones del estudio:

1) Estación seca

Los resultados muestran que la calidad del agua de los lixiviados está altamente degradada y que la de los ríos está menos degradada. Los niveles de BOD fueron de 230 a 2,474 mg/l para los lixiviados, de 3 a 132 mg/l para el agua subterránea, y de 11 a 65 mg/l para el agua de río. Los niveles de metales pesados de todas las muestras eran relativamente bajos, excepto en el caso de una muestra de lixiviados en Calle 100 (muestra No. C5). Esta muestra (C5) fue tomada en un arroyuelo en el vertedero. Este arroyuelo recibe los efluentes del alcantarillado y de un taller automotriz cercano. Se observó, por las condiciones del lugar, que el nivel de metales pesados de estos lixiviados era provocado por los efluentes del taller automotriz.

Los resultados fueron comparados con la norma de descarga para el agua superficial en el interior del país, ya que en Cuba no existe una norma ambiental para los lixiviados. En el caso de los lixiviados, el nivel de DQO, BOD, T-N y T-P de todos los puntos de muestreo excedió el nivel aceptable de las normas ambientales. En el agua subterránea, las muestras B1 y B5 en Calle 100 y E1 en Guanabacoa excedieron las normas para algunos parámetros. En el caso del agua de río, las muestras A1 en Calle 100 y D1 y D2 en Guanabacoa excedieron también las normas en algunos parámetros. Para mayores detalles véase el Informe Complementario D3

2) Estación lluviosa

Los resultados demuestran que la calidad del agua de los lixiviados es la más degradada y la del agua de los ríos es la menos degradada, al igual que los resultados en la estación seca. Los niveles de BOD fueron de 168 a 1,128 mg/l para los lixiviados, 372 mg/l para el agua subterránea y de 11 a 46 mg/l para el agua de río.

Comparando los resultados de la estación lluviosa con los de la estación seca, no se observan diferencias particulares en la tendencia de la calidad del agua.

2.2.6 Estudio de la Conciencia Ambiental de los Ciudadanos en General y de los Habitantes en los Alrededores de las Instalaciones de RSU

(1) Objetivos del estudio

Las consideraciones sobre los aspectos sociales del proyecto son importantes desde dos puntos de vista. El primero es para minimizar los efectos negativos de las actividades del proyecto sobre la población, particularmente en las áreas alrededor de los vertederos, en las cuales deberán tomarse medidas de rectificación. La segunda es para elevar la conciencia de la población a fin de asegurar su participación activa en las actividades del proyecto.

En este sentido, se hizo un estudio basado en un cuestionario para recopilar información acerca de la conciencia actual, así como las opiniones de las personas sobre los problemas relativos al MRSU, lo que serviría como punto de partida. Se prestó atención especial a la población que vive en las inmediaciones de los vertederos actuales.

El cuestionario se refería a los puntos siguientes:

- Caracterización general del encuestado
- Percepción de los problemas
- Conocimiento de posibles soluciones
- Disposición a contribuir con las soluciones

Estos puntos se refieren en parte a la percepción general del MRSU y en parte a los problemas específicos causados por los vertederos. Por tanto, los resultados del estudio se utilizaron para alcanzar el nivel de conciencia deseado así como para ajustar la implementación del PP si fuese necesario.

En la mayoría de las preguntas la respuesta era de selección; no obstante, en algunos casos las preguntas se dejaron abiertas a propósito, a fin de no inducir las respuestas de los encuestados.

(2) Descripción del estudio

A fin de aplicar los cuestionarios, fueron adiestrados 15 encuestadores, uno por cada municipio, durante un seminario de medio día para que adquirieran el conocimiento necesario. En primer lugar, se les dio una breve explicación del proyecto y de los problemas potenciales relacionados con el MRSU, centrándose especialmente en los aspectos sociales. En segundo lugar, sobre la metodología del estudio en cuanto a cómo seleccionar la muestra y cómo llenar el formulario.

En cada uno de los 15 municipios se entrevistó a 10 personas como mínimo. En aquellos municipios que tienen un vertedero en su territorio, la mitad de los

cuestionarios fue aplicada en las inmediaciones del vertedero con vistas a recoger las opiniones de quienes pueden sufrir los efectos directos de los vertederos. Esto se aplicó en las áreas de los dos vertederos provinciales, Calle 100 y Guanabacoa, así como en tres vertederos del periodo especial: El Rincón, Las Cañas y Fraternidad.

Para la selección de los encuestados se aplicaron los dos siguientes criterios:

- Distribución equitativa de acuerdo con las circunscripciones
- Cuando existía un vertedero en el municipio, 50% de los cuestionarios fueron aplicados en las inmediaciones del mismo.

(3) Resultados del estudio

Quedó demostrado que el MRSU en la Ciudad de La Habana tiene problemas pues el 82% de los encuestados (128) estaban conscientes de tales dificultades.

De todos lo encuestados, el 53% descarga sus residuos en contenedores. Solamente el 25% de los encuestados consideran que hay suficientes contenedores disponibles. La mayoría de los encuestados consideran que la disponibilidad de contenedores es adecuada (56.6%). La frecuencia de recogida por lo general se considera inadecuada (55%). En cuanto a la hora, el 65% de los encuestados consideran que es correcta. La recogida se lleva a cabo por C/C en el 51% de los casos, pero ese porcentaje disminuye a 7.4% en las áreas cercanas a los vertederos.

El 70% de los encuestados piensan que el sistema actual de recogida es apropiado, contra solamente 44% de los encuestados que viven cerca de los vertederos.

Aunque la información proviene de diferentes fuentes, los programas de TV (57%) y las Asambleas de Rendición de Cuentas del Poder Popular (41%) son las principales. Otras fuentes importantes son las estaciones radiales (21%) y la prensa (23%).

Hubo 142 encuestados, (91%), que están dispuestos a participar en el programa de acción para resolver el problema. En alguna forma, todos los encuestados reutilizan y reciclan sus botellas plásticas o de vidrio y sus latas, en tanto el 75% está dispuesto a separar la basura antes de la recogida.

Solamente 45% de los encuestados han oído hablar del compost. Sin embargo, después de escuchar la explicación, la mayoría de ellos mostró una actitud positiva a su utilización.