

SISTEMA GUÍAS  
DE HERRAMIENTAS  
COMPLEMENTARIAS

# GUÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



# GUÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

**Autores:**

M.Sc. Niurka E. Rodríguez Frade  
M.Sc. José M. Brito De la Torre  
Lic. Ricardo A. Bériz Valle

**Colaboración de:**

M.Sc. Maylin E. Castro Premier

Esta publicación se realiza en el marco de la Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial (PADIT), y cuenta con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la contribución de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS).

Diseño y composición: Marla Albo Quintana

© De los autores, 2021

© Sobre la presente edición: PADIT, 2021

Los criterios y opiniones expresadas en esta publicación pertenecen a cada uno de los autores y no necesariamente representan los puntos de vista de las Naciones Unidas, del PNUD, de los donantes o de las instituciones que integran PADIT.

# ÍNDICE

## I. INTRODUCCIÓN / 4

## II. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (GIRSM) / 6

## III. ETAPAS DE LA GIRSM / 9

## IV. ACTORES CLAVE DE LA GIRSM / 26

## V. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GIRSM / 28

## VI. MARCO LEGAL / 31

## VII. BIBLIOGRAFÍA / 34

## VIII. ANEXOS / 36

## I. INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, el hombre ha venido utilizando los materiales que obtiene del medio que le rodea para satisfacer sus necesidades, y como resultado de los procesos de producción y consumo ha generado residuos. Tarde o temprano los recursos naturales extraídos de los bosques, minas, mantos acuíferos, y la tierra misma, se convierten en residuos que requieren ser adecuadamente gestionados.

En Cuba, las Ordenanzas Sanitarias promulgadas en 1841 por el gobierno de la colonia, contemplaban ya en sus Capítulos XV y XVI aspectos relacionados con los residuos sólidos. El 1ro de junio de 1926 entró en vigor el Primer Reglamento para la Limpieza de la Ciudad de la Habana. Sólo entonces se establecieron principios de higiene pública encaminados a salvaguardar la salud de la colectividad<sup>1</sup>. Los mismos estaban dirigidos al cuidado de la salud, teniendo en cuenta solamente la limpieza de la Ciudad. Para entonces, no se consideraba la disposición final como un elemento que incidía en la salud ni se preveían los daños que los mismos causaban al medio ambiente. Hasta 1960, el servicio de limpieza de calles y recogida de residuos se brindaba a la población a través del Ministerio de Salud Pública. Posteriormente, pasó a manos de las JUCEI municipales, luego a los Poderes Locales que más tarde se constituirían en los Poderes Populares, actuales órganos de gobierno. Actualmente, el organismo competente para los servicios comunales es el Ministerio de Economía y Planificación (MEP), dentro del cual, es el Departamento de Planificación Territorial y Servicios Comunales (DPTSC) el encargado de los mismos. A escala local, es la Unidad Presupuestada Municipal de Servicios Comunales la responsable de brindar los servicios de barrido de calles, recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos sólidos, lo cual realiza a través de una estructura conformada en “zonas comunales” que abarca la totalidad del municipio. Esta unidad se subordina al Consejo de la Administración de la Asamblea Municipal del Poder Popular y se relaciona funcionalmente con su respectivo Sectorial Provincial de Comunales.

En la gestión de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) en particular (Anexo No. 1 Glosario de términos), los aspectos técnicos son asistidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), siendo la Unidad de Medio Ambiente de cada Delegación Provincial del CITMA, la entidad responsabilizada del control integral del proceso en lo relativo a la gestión ambiental. Por su parte, desde el punto de vista higiénico-sanitario, el control de esta actividad es llevado a cabo por Salud Pública a través del Centro Municipal de Higiene, Epidemiología y Microbiología (CMEM). El deterioro ambiental provocado por los residuos sólidos es uno de los problemas que tipifican la contaminación como uno de los principales problemas ambientales identificados nacionalmente. En la mayoría de las localidades de nuestro país prevalece una inadecuada gestión de los residuos sólidos, lo que contribuye en gran medida al deterioro de las condiciones higiénico-sanitarias. A ello está asociado el incremento de los volúmenes y la variación en la naturaleza de los mismos en los últimos años, lo que está dado por las modificaciones en el estilo de vida de los ciudadanos y por las peculiaridades de cada localidad. Se presentan dificultades en cada una de las etapas de la gestión de residuos

<sup>1</sup>Del Puerto C. y col. “Saneamiento Básico y Urbanización”.  
Publicación periódica. Serie Salud Ambiental. No. 1. 1992.

(recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final), lo cual se traduce en la insuficiencia de depósitos para el almacenamiento adecuado, ineficiencias en el servicio de recogida y transportación, indisciplina social por falta de cultura y conciencia ambiental, insuficientes rellenos sanitarios con las condiciones requeridas, así como una baja disponibilidad de equipamiento especializado y mal estado técnico del existente. A pesar de los esfuerzos, en los últimos años la recolección y disposición final de los RSM en Cuba, ha venido mostrando serias afectaciones debido a limitaciones con el parque automotor y la no disponibilidad de depósitos para la recolección de la basura, trayendo como consecuencia la aparición de micro-vertederos en espacios urbanos y periféricos. Otro de los problemas a confrontar radica en que no se lleva a cabo la segregación en la fuente de origen, lo que unido a la insuficiente infraestructura y tecnología para implementar otras alternativas de tratamiento y reciclaje, imposibilita la recuperación de más residuos con potencialidades para su aprovechamiento. Existen, además, deficiencias en el estado higiénico-sanitario de los vertederos y en su protección apropiada, problemas en la operación de los rellenos sanitarios, así como inadecuada recolección y disposición de los residuos hospitalarios, que en ocasiones se mezclan con los residuos domiciliarios, implicando gran riesgo para la salud.

Desde 1990 Cuba comenzó a sufrir una fuerte crisis económica que influyó también en la gestión ambiental al carecerse de fondos para garantizar, entre otras actividades, las de saneamiento, y como parte de ella, el adecuado manejo de los RSM. Desde 2005, cuando el país parecía tocar fondo en el tema del tratamiento de este tipo de residuos, el Estado destinó montos financieros que representan aproximadamente entre el 30 y 40 % del total del presupuesto asignado al sector<sup>2</sup>; sin embargo, con ello no se logró cubrir la demanda.

El servicio de recogida se efectúa, por regla general, con una frecuencia diaria y cubre aproximadamente el 75.3 % de la población del país, siendo la más beneficiada la que reside en la zona urbana. Del total de residuos recolectados en el año 2010, fueron adecuadamente dispuestos el 80.7 % en un total de 1005 sitios de vertimiento<sup>3</sup>.

La EAN plantea, como objetivo específico referido a la gestión integrada de residuos sólidos, la prevención, reducción y control de la contaminación provocada por el manejo inadecuado de los mismos en todo su ciclo, incentivando la selección en el origen, incrementando su reciclaje y minimizando su generación. El marco programático asociado a este propósito está representado principalmente por: el Programa Nacional de Lucha contra la Contaminación del Medio Ambiente, el Programa Nacional de Producción y Consumo Sostenible, así como por los programas y estrategias ambientales, tanto sectoriales como territoriales. Los cambios en el contexto nacional actual, dados por el proceso de reorientación de la política económica y social, deberán tener una impronta significativa a escala local, y generar nuevas oportunidades y modos de hacer con relación a la planifi-

<sup>2</sup>Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. OPS/2002.

<sup>3</sup>Anuario Estadístico 2010. ONE.

cación y gestión de los RSM, incluyendo una mayor participación de la sociedad civil a partir de las formas no estatales de producción y servicio.

Sin la pretensión de una metodología estricta, este pequeño libro pretende proporcionar a las autoridades locales y demás actores municipales vinculados al tema del manejo de residuos sólidos, un conjunto de herramientas prácticas e informaciones básicas, de manera que contribuyan a encontrar las mejores soluciones para el diseño e implementación de un Sistema de Gestión Integral de los RSM en sus respectivos territorios, en correspondencia con las demandas de un desarrollo local sostenible.

## II. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (GIRSM)

Si se tiene en cuenta el carácter dinámico de los sistemas ambientales, en los cuales todos los elementos residuales son reciclados y/o reincorporados constantemente en un complejo balance ecológico; y considerando que esa capacidad de asimilación es limitada, entonces debemos conocer, respetar y adoptar esos principios para encontrar las formas más factibles de reducir, reciclar y manejar adecuadamente los RSM.

### II.1 Clasificación de los RSM.

Antes de introducirse en el diseño de un sistema de GIRSM, es importante partir de la diferenciación que se establece según su clasificación, lo que permite tener la idea inicial de las diversas alternativas y modalidades a emplear en su manejo.

Los RSM pueden clasificarse, de acuerdo a su origen (domiciliario, industrial, comercial, institucional, público, etc.); a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inerte y otros); y a su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos)

En general, se clasifican en tres grupos:

**Residuos sólidos comunes (RSC):** Aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los resultantes del barrido de calles y de las podas de áreas verdes.

**Residuos sólidos especiales (RSE):** Algunos que por su cantidad o manejo pueden presentar un riesgo a la salud, tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de salud; los productos químicos y fármacos; los residuos de determinados establecimientos y actividades, tales como chatarras, baterías, lodos, escombros y los residuos voluminosos.

**Residuos peligrosos (RP):** Aquellos sólidos o semisólidos que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables o infecciosas plantean un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio ambiente.

### II.2 ¿Qué es la GIRSM?

Es el conjunto articulado de acciones normativas, operacionales, financieras y de planificación, que una administración municipal desarrolla, basándose en criterios ambientales, socioculturales y económicos para recolectar, tratar y disponer los residuos sólidos de su demarcación.

La GIRSM requiere, por lo tanto, de mecanismos de regulación del sector, capacidad técnica, administrativa y responsabilidades compartidas entre gobiernos, instituciones, unidades productivas y de servicio, y la ciudadanía. Tiene la virtud de involucrar a todos los sectores y conjugar diferentes modalidades de prestación del servicio, permitiendo, al mismo tiempo, desarrollar una gestión compleja que debe ser planificada a corto, mediano y largo plazo mediante un proceso de participación social que busca prevenir y resolver un problema de salud pública y contribuir a la gestión ambiental del municipio. Por lo tanto, la GIRSM debe concebirse desde un enfoque territorial, que abarque, tanto las zonas urbanas, como las rurales, y que contemple no solo el manejo de los residuos sólidos urbanos domiciliarios, sino también los industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, los procedentes de la actividad turística y de servicios o actividades de otra naturaleza. Como parte del accionar para garantizar las capacidades técnicas en la GIRSM deben implementarse acciones de **educación ambiental** orientadas hacia:

- la prevención y reducción de la generación,
- la clasificación en origen,
- la optimización o modificación de procesos productivos ecológicos,
- el reciclaje, reuso y
- el almacenamiento, tratamiento y disposición final eficiente.

Entre las capacidades administrativas, se necesita un **marco regulatorio** mínimo para el control eficaz de los RSM (incluso los peligrosos o especiales), desde su producción hasta su disposición final.

Al respecto, en Cuba se cuenta con tres normas técnicas: NC: 133/2002, NC: 134/2002 y NC: 135/2002, las cuales establecen los requisitos para el almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final. Asimismo, se dispone de la resolución 87/99 para el almacenamiento y eliminación de residuos peligrosos y la Ley 1288 de 1975 sobre los principios y normas generales para la recuperación de los residuos. Existe además una normativa dispersa que complementariamente instrumenta varios de los aspectos del sector; pero todo ello no significa que no existan vacíos legales en cuanto a una visión integral de la gestión municipal concerniente a los residuos sólidos.

Resulta indispensable establecer un **sistema de información** y referencia para el municipio, que tenga como finalidad el almacenamiento y procesamiento de la información, tanto actual como prospectiva, cuyos indicadores constituyan la base de un sistema de monitoreo y evaluación de la eficiencia de los servicios y las operaciones en cada etapa de la GIRSM.

Asimismo, el municipio requiere de programas que promuevan y faciliten la **participación ciudadana**, a lo cual debe contribuir el desarrollo de la educación y sensibilización ambiental para que, tanto el almacenamiento de residuos, como las operaciones de limpieza de calles, poda, retiro de escombros, recuperación de materia prima y otros, puedan efectuarse eficientemente.



## II.3 Principios de la GIRSM

Como parte de una concepción sistémica, que considere la sostenibilidad en todos los ámbitos, así como los beneficios esperados en el orden ambiental, económico y sociocultural, es importante que la GIRSM esté basada en los principios básicos siguientes:

### Técnicos:

- Emplear tecnología de fácil implementación y mantenimiento.
- Minimizar la generación, en cantidad y en capacidad de contaminar.
- Utilizar diseños factibles de procesos y productos.
- Utilizar recursos humanos y materiales locales.
- Utilizar, adecuar y/o diseñar normas y estándares que aseguren una apropiada GIRSM.
- Buscar las soluciones de almacenamiento, tratamiento y disposición final tan cerca de la fuente de generación como sean posible.

### Sociales:

- Satisfacer las demandas del servicio de aseo público, total y eficientemente.
- Fomentar hábitos positivos en la población y desalentar los negativos.
- Promover la participación y organización de la comunidad.
- Asegurar que al diseñar e instrumentar los sistemas de manejo de RSM, se informe oportunamente e involucre a la ciudadanía.

### Económicos:

- Garantizar que los costos de inversión, operación, mantenimiento y administración deben ser económicamente sostenibles.
- Implementar alternativas que reporten utilidades al sector y a los actores involucrados.
- Contribuir a la dinamización de otras actividades económicas del territorio.
- Organizativos:
  - La administración y el manejo deben ser simples y dinámicos.
  - Asegurar que exista una voluntad política de las autoridades municipales para el cambio.
  - Considerar el contexto actual del municipio desde un enfoque político, social y económico.
  - Hacer responsables de remediar las consecuencias de la contaminación a quienes la produzcan.
- Sanitarios y ambientales:
  - Fomentar o integrarse a un programa superior de prevención de enfermedades infecto-contagiosas.
  - Comprender todas las etapas, desde la generación hasta la disposición final, evitando la transferencia de contaminantes de un medio a otro.
  - Evitar y/o eliminar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

## III. ETAPAS DE LA GIRSM

La lógica a seguir en la proyección de un Sistema de GIRSM requiere transitar por dos fases fundamentales: una de diagnóstico y otra de planificación y diseño. Ambas deben enfocarse territorialmente en dos niveles de análisis, de manera que las zonas urbanas y las rurales se diferencien y se complementen a la vez.

La fase de diagnóstico constará básicamente del levantamiento de la información referida a la generación de RSM y del examen de la situación que presenta el sistema actual de gestión de los mismos en el orden operativo, ambiental, económico y de eficiencia del servicio.

En este sentido, debe partirse de la identificación de todas las fuentes generadoras del municipio (incluye toda actividad económica y social), realizar la caracterización de los residuos sólidos que producen y valorar el manejo que de los mismos se hace.

Para ello, se recomienda considerar los siguientes elementos de análisis:

- Fuente generadora.
- Localización.
- Tipo de RS.
- Volumen que se genera/tiempo.
- Composición.
- Condiciones de almacenamiento.
- Modo y frecuencia de recolección.
- Medios de transportación.
- Tratamiento que reciben.
- Reuso o reciclaje que se le da.
- Disposición final, dónde.
- Entidad encargada del manejo.
- Actores que intervienen.
- Recursos disponibles (técnicos, humanos, materiales y financieros)
- Recursos necesarios (Idem)
- Valoración demanda - satisfacción del servicio.

Además de disponer de los criterios necesarios para el dimensionamiento y planificación de la gestión, esta información permite conocer los potenciales reales en cuanto a residuos sólidos que constituyan materia prima para nuevos emprendimientos de actividades económicas o sociales que contribuyan al desarrollo local.

En la fase de planificación debe prevalecer, como premisa ineludible, la articulación y coordinación de todas las acciones y operaciones implicadas en cada una de las etapas del sistema de GIRSM, de lo contrario sucede que:

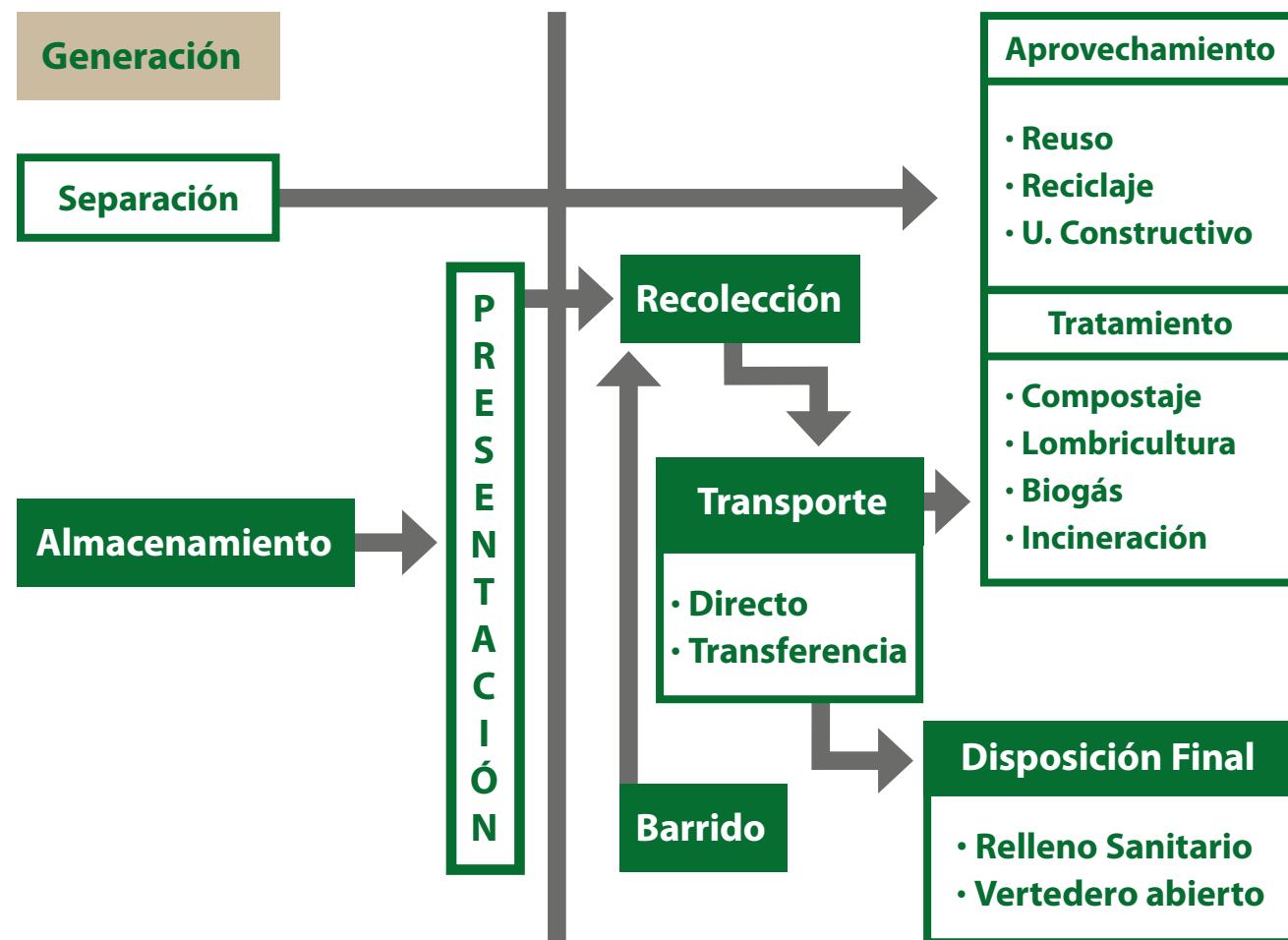
- El almacenamiento mal concebido hace ineficiente la recolección.
- La recolección mal planificada encarece el transporte.

- El transporte mal dimensionado perjudica las formas de tratamiento y disposición final
- El tratamiento mal proyectado no logra cumplir los requerimientos establecidos, genera insatisfacción y quejas.

Es imprescindible además, que la proyección de la GIRSM forme parte del sistema de planificación municipal. En primer lugar debe estar integrada a la instrumentación programática de una estrategia de desarrollo local que la vincule a las prioridades del territorio y le permita encausar sus principales acciones de manera articulada con las dimensiones ambiental, económico-productiva y socio-cultural. Pero a su vez, debiera constituirse en un Plan Especial como parte del Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano (PGOTU) con incidencias en ambas escalas de la planificación física. Asimismo, las inversiones y demás actividades que requieran financiamiento, deberán estar contempladas en el plan y presupuesto de la economía del municipio.

A continuación se describe cada una de las etapas que conforman un sistema de GIRSM y la manera de calcular algunos indicadores básicos, tanto para el diagnóstico y diseño, como para la evaluación de su eficiencia. En el Anexo N°. 2 se muestran algunos elementos que explican la necesidad de cada componente.

El siguiente gráfico muestra la relación entre las diferentes etapas de un Sistema de GIRSM.



### III.1 Generación

Ocurre ineludiblemente en cada una de las fuentes generadoras; su conocimiento y análisis es determinante para facilitar las decisiones y acciones en el diseño de las etapas que le suceden. De la información confiable y frecuente sobre la generación, depende en gran medida, el éxito de la implementación de un sistema de GIRSM.

Para residuos sólidos comunes (RSC), usualmente la generación se expresa mediante el Índice de generación per cápita (IGP) en kg/hab/día y su comportamiento está en función de varios factores: nivel de ingresos per cápita, hábitos de consumo, educación ambiental, estaciones climáticas, prácticas ecológicas, etc. Por su parte, los residuos especiales (RSE) y peligrosos (RP) se reportan en t/año, por cuanto su generación depende de circunstancias específicas que no clasifican en las actividades cotidianas.

Según estándares de la OPS, Cuba, con un IGP promedio entre 0.4 y 0.6 kg/hab/día, se agrupa entre los países de bajos ingresos. En las capitales provinciales generalmente este indicador suele comportarse entre 0.6 y 0.9 kg/hab/día, típico de países de ingresos medios.<sup>4</sup>

Para conocer no sólo el IGP, sino también las características de densidad y composición, se emplean métodos de estimación que pueden ser directos o indirectos.

**A. Métodos de estimación indirectos:** Se trata de medidas que permiten determinar el IGP de residuos sólidos y su densidad, en base a datos globales y sin discriminaciones cualitativas. El IGP establece la proporción entre la cantidad total de residuos que se recogen y la población servida.

$$IGP = \frac{\text{Cantidad total recolectada (kg/día)}}{\text{Población total servida (habitantes)}}$$

También se calcula por la relación entre la cantidad de residuos que llegan al vertedero y la población total servida.

$$IGP = \frac{\text{Cantidad total residuo dispuesto en vertedero (kg/día)}}{\text{Población total servida (habitantes/día)}}$$

Es posible que los IGP calculados por ambos métodos no coincidan, en cuyo caso se deberá analizar la causa de esta diferencia y determinar si ella es ambientalmente aceptable.<sup>5</sup>

<sup>4</sup>Evaluación Regional De Los Servicios De Manejo De Residuos Sólidos Municipales. OPS/2002.

<sup>5</sup>Las diferencias pueden estar originadas por pérdidas al momento de la recolección por parte de los empleados del sistema en el momento de su traslado y por retiros previos por buzos.

**Densidad (D):** Estima la relación entre el peso y el volumen que ocupan los residuos en un determinado contenedor. Se recomienda utilizar uno de aproximadamente 200 litros, el cual, una vez lleno, se deja caer 3 veces desde una altura de aproximadamente 10 cm para lograr cierta homogeneidad.

$$D = \frac{\text{Peso de los residuos sólidos (kg)}}{\text{V que ocupan en el recipiente (m3)}}$$

**B. Métodos de estimación directos:** Permiten determinar características más específicas, como la composición, para lo que se requiere seguir procedimientos de recolección de datos que ayuden a discriminar características particulares.

En ese sentido, será necesario:

1. Recopilar información sobre el número de habitantes, obtener mapa de situación de la zona de estudio, ubicar las fuentes no domésticas de producción de residuos sólidos, zonas e itinerarios de recogida y sitios de disposición final.
2. Seleccionar muestras estadísticamente representativas de 100 kg en caso de existir diferentes estratos sociales en la zona de estudio, previendo la posibilidad de diferencias en la composición de los residuos. A su vez, se deberán analizar muestras representativas por cada estación del año.
3. Para el cálculo de la densidad se colocarán los residuos en recipientes que permitan su manejo y facilidad de análisis, pudiendo utilizarse recipientes de 200 litros. Se pesan los residuos, se mide el volumen que ocupan y se determina la relación peso/volumen.
4. Para obtener la densidad en el vehículo recolector dividir el peso de las toneladas transportadas entre el volumen que ocupan en el vehículo, esta densidad lógicamente debe ser mayor cuando se aplica la compactación manual o mecanizada. La densidad del residuo sobre el vertedero se obtendrá midiendo el volumen topográficamente.

Para obtener el peso total y por componentes del residuo se realiza la medición durante 8 días consecutivos, descartando el primer día (se considera de limpieza) y distinguiendo los siguientes componentes:

COMPONENTE	Días																
	1		1		1		1		1		1		1		Promedio		
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Alimentos		*															
Vidrio																	
Papel /cartón																	
Plástico																	
Madera																	
Metal																	
Otros																	
<b>TOTAL</b>		100		100		100		100		100		100		100		100	

\* La composición física por componente resulta de dividir el peso total del día entre el peso del respectivo componente y suele expresarse en %. En las condiciones climáticas de Cuba es aconsejable promediar datos obtenidos en dos períodos bien definidos: lluvioso (abril-septiembre) y poco lluvioso (noviembre-marzo).

Los volúmenes, densidad y composición de los RSM son datos imprescindibles para diseñar el sistema de GIRSM. Esta información principalmente sirve de insumo para:

- Conocer la pertinencia del uso del equipamiento disponible.
- Diseñar y proyectar las necesidades de nuevo equipamiento para almacenamiento y transporte.
- Diseñar puntos de recogida por zonas.
- Diseñar rutas y cobertura de recolección por zonas geográficas, en función de la densidad de población.
- Estimar la posibilidad del reciclaje y/o tratamiento de los RSM.
- Planificar mecanismos alternativos para residuos peligrosos y/o especiales.

### Reducción-Separación en origen

La **reducción en orígenes** es la forma más eficaz de reducir la cantidad de los residuos, el costo asociado a su manipulación y los posibles impactos ambientales. Puede realizarse a través del diseño y fabricación de envases, llevándolos a un mínimo de materiales con una vida más larga. Otra forma es en el comercio o la industria y principalmente en la vivienda a través de formas de compras selectivas y la reutilización de materiales.

Por su parte, **la separación en origen** consiste en la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan, es decir, en los hogares, las industrias, los comercios y demás tipos de establecimientos para facilitar su posterior recuperación.

Aunque existen diversas clasificaciones para los RSM, para los efectos de la separación y recuperación, la más acertada para los países en vías de desarrollo los dividen en: Orgánicos e Inorgánicos, por cuanto se convierte en la forma más económica de evitar la contaminación cruzada, lo que anula su carácter aprovechable en la mayoría de los casos. Una vez separados los "orgánicos" son susceptibles a transformación biológica, convirtiéndose en abonos orgánicos, biogás, etc. Otros como los textiles, papeles y el cuero se pueden valorar para su reuso o reciclaje. Por su parte, los "inorgánicos" son más resistentes a las transformaciones durante el proceso y por ende mantienen, en la mayoría de los casos, sus propiedades para ser reutilizados en la industria.

### III.2 Almacenamiento

Es la acción de retener temporalmente los residuos una vez generados y antes de ser recogidos o procesados. Se requiere de un tiempo, un depósito y un lugar adecuados. La forma de almacenamiento tiene efectos importantes sobre la GIRSM, por cuanto depende de la frecuencia y método de recolección. Algunos autores le denominan pre-recogida.

La forma en que los individuos almacenan los RS en la fuente se denomina presentación. La modalidad intra-domiciliaria que utilice cada familia, se escapa de la responsabilidad municipal. Lo cierto es que para conseguir resultados positivos, se requiere de acciones sostenidas de divulgación y comunicación que asegure el compromiso las personas en este sentido. El almacenamiento en áreas comunes y en la vía pública, es responsabilidad de la autoridad Municipal.



En Cuba se usan los más diversos depósitos y métodos, unos más acertados que otros. La realidad es que transita, en parte, por el desconocimiento de las implicaciones ambientales y a la salud que trae aparejado un incorrecto almacenamiento intra-domiciliario.

Lamentablemente aún persisten instituciones, incluso donde se generan RP y RSE, que incumplen la NC: 133/2002, Requisitos higiénico sanitarios y ambientales para el almacenamiento, recolección y transportación de residuos sólidos. Vale destacar que es una herramienta lo suficientemente explícita en este tema. Corresponde a las autoridades municipales el cumplir y hacer cumplir lo que en ella se establece.

Factores que condicionan el almacenamiento intra-domiciliario:

- El tiempo del almacenamiento depende de la frecuencia de la recolección.
- El número y tipo de los recipientes para el almacenamiento depende de la recolección (mixta o clasificada).

A nivel **extra-domiciliario**, el almacenamiento se comporta de manera muy heterogénea por cuanto depende principalmente, del presupuesto municipal. Generalmente el almacenamiento absorbe parte importante del mismo, por cuanto de ello depende la eficiencia en la recogida y la cobertura del servicio. Se convierten en la imagen del “mal” o “buen” funcionamiento del servicio y por ende, blanco de críticas a las administraciones locales. En muchos casos quedan a expensas de iniciativas locales.

Existen diversos tipos de recipientes empleados según lugares de uso:

- Para viviendas independientes.
- Para edificios multifamiliares.
- Para sitios públicos.
- Para centros de gran generación.
- Para almacenamiento industrial.
- Para hospitales.

En Cuba existen modalidades desde recogida “puerta a puerta”, contenedores públicos (de materiales diversos), contenedores fijos de mampostería (supiaderos), hasta el vertido incontrolado en la vía pública. No existe además, en muchas ciudades, una disciplina en el horario de depositar los RSM, de modo que el proceso de descomposición ocurre irremediablemente y devienen escenarios muy degradantes para la salud y el medio ambiente.

La definición de los envases, métodos, horarios y frecuencias de recolección son elementos de análisis de vital importancia para diseñar un sistema de GIRSM. La NC: 133/2002 hace referencia al tema, no obstante, se aportan aquí nuevos elementos que podrán ayudar.

Existe gran variedad de contenedores en cuanto a forma, volumen y material de construcción. El más comúnmente usado en la vía pública es el de 750 L, aunque también existen más pequeños y

hasta de 1500 L. En todos los casos se exigen con tapa y algunos tienen ruedas giratorias para facilitar su manipulación. Las especificaciones de fabricación dependerán también de los vehículos que realizan la recogida en cada zona.

Para residuos voluminosos se emplean grandes contenedores abiertos (caja ampliol) que exigen de un transporte especializado para su traslado y vaciado. Usualmente funcionan a través de un servicio que brindan las direcciones municipales de Comunales, por solicitud de los clientes ante situaciones extremas; demoliciones, derrumbes, fenómenos naturales, etc.

Para diseñar la localización de contenedores en la vía o puntos de recogida, es preciso calcular según criterios técnicos como sigue:

1. Conociendo la capacidad de llenado del depósito ó contenedor disponible, se estimará el llenado para el 70-75 % del volumen. Por ejemplo, para contenedores de 1.0 m<sup>3</sup>, se calcula la demanda para cubrir 0.7-0.75 m<sup>3</sup> (700-750 L) de su capacidad. Esta es una práctica internacional para que por fallos o atrasos en el servicio diario ó en circunstancias extremas de generación no se desborden los depósitos.
2. Conociéndose el IGP, se multiplica por los usuarios, incluidos la población flotante, que tributarán al punto de recogida y se calcula la cantidad de contenedores necesarios según el ejemplo que sigue:
  - a.  $IGP = 0.5 \text{ kg/hab/día} \times 664 \text{ habitantes} = 332 \text{ kg/día}$
  - b.  $0.3 \text{ kg/trab/día} \times 86 \text{ trabajadores} = 26 \text{ kg/día}$
  - c. Total por día (suma de a + b) = 358 kg/día
3. Conociendo la densidad (D) de los RSM se calcula:
  - Para  $D = 167 \text{ kg/m}^3$  se divide  $358/167 = 2.14 \text{ m}^3$  ó 2140 L
  - Para un contenedor de 1 m<sup>3</sup>. Dividir  $2.14/0.7 = 3.06$

Resultado: Se necesita ubicar 3 contenedores para una zona con 358 usuarios, y una frecuencia de recogida diaria, con un día de descanso. Lo mismo sería decir que se requiere 1 contenedor de 1 m<sup>3</sup> por cada 120 usuarios aproximadamente.

Cuando el número de usuarios es inferior a 120 en una determinada zona, es necesario ubicar uno y valorar la factibilidad de ajustar la frecuencia de recogida. Si por el contrario, la generación sobrepasa el 75 % de llenado, se podrá solucionar con otra unidad ó priorizando el servicio a esta zona por la vulnerabilidad de saturación, según disponibilidad del municipio.

Para zonas donde la frecuencia de recogida es menor, se deben realizar los cálculos y multiplicar la generación por los días que se definan. No se recomienda emplear un ciclo mayor de 48 hrs, pues puede convertirse en un problema mayor de contaminación que requiera soluciones lamentables o mucho más costosas. Solo para recogida de material reciclable, no sensible a descomposición como vidrio, metales, plásticos, papel y cartón, etc. será permisible programar la recogida según sea factible para el municipio.

La localización se realiza sobre un plano del área y luego en el terreno. Nunca se ubicarán puntos de recogida frente a instalaciones infantiles, centros de salud ó de asistencia social, en espacios de estacionamiento ni en otros que interrumpa el tránsito vehicular.

Sobre la higiene y desinfección de contenedores, la NC: 133/2002 es lo suficientemente explícita. Lamentablemente la experiencia cubana es el no cumplimiento, por parte de las direcciones de Servicios Comunes, de lo establecido en la misma. Es necesario entonces, la implantación de mecanismos por los gobiernos municipales para exigir el conocimiento, cumplimiento y control de dichas disposiciones.

### III.3 Recolección

El término Recolección no solo incluye la recogida, manual o mecanizada, de los residuos almacenados en las fuentes generadoras, sino también la transportación hacia el sitio de tratamiento o disposición final. Constituye el nexo entre el almacenamiento y el sistema de disposición final. La recolección debe estar organizada de modo tal que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, desorden o ruidos molestos.

En las áreas de difícil acceso o en pendientes pronunciadas, los residuos deben ser evacuados en contenedores acondicionados para tal propósito.

Generalmente representa entre 60-70 % del costo del sistema de GIRSM. Por ello, una pequeña mejora en esta etapa puede reducir considerablemente los mismos.

Una vez que la población ha superado el desafío de la reducción en origen y/o la clasificación intra-domiciliaria, corresponde pensar cómo lograr un modelo eficiente de recogida que estimule la voluntad ciudadana hasta esta etapa. Si no se consiguen los objetivos para el cual se diseñó la separación intra-domiciliaria, entonces se corre el riesgo de la desmotivación de las personas y el esfuerzo habrá sido en vano. Los factores que pueden conducir al fracaso del modelo propuesto pueden ser:

- Desconocimiento de la población del nuevo sistema por insuficiente campaña de comunicación-divulgación precedente.
- Falta de capacitación previa a los operarios vinculados en la recogida.
- No concepción de infraestructura logística para la recogida prevista: vehículos, contenedores, etc.
- No respetar los horarios y frecuencias planificadas para la recogida.
- Falta de un mercado seguro para los materiales recuperados, puede implicar gastos inútiles en la recogida y transportación.
- Indisciplina ciudadana y/o manifestaciones negativas que consiguen sumar a otros individuos inconscientes o no comprometidos con el cambio.

En todo este complejo proceso, la recogida de los residuos, su separación en origen y las medidas que se tomen para garantizar el éxito van a ser clave y condicionar, de una manera absoluta, el resto del proceso.

Existen varios métodos de recolección. Abordaremos a continuación las alternativas más comunes:

**1. Puerta a puerta:** No requiere de puntos de recolección en la vía pública. Los vehículos para la recogida transitan a una velocidad muy baja haciendo paradas en cada vivienda donde existan

las bolsas o depósitos usados en cada caso. En muchos municipios cubanos ha resultado exitoso cuando la población cumple disciplinadamente con los horarios establecidos. Generalmente se identifican los vehículos con rótulos y/o señales sonoras establecidas para el aviso a la población.

**2. De esquina:** Consiste en localizar contenedores u otras modalidades constructivas en puntos comunes, previamente diseñados. Necesariamente se tiene en cuenta la generación, composición, acceso vial, densidad poblacional, instalaciones públicas, etc. Los vehículos para la recogida solo harán sus paradas en los puntos establecidos.

**3. Mixto:** El municipio podrá implantar una combinación de los dos métodos en función de la disponibilidad de equipos y la frecuencia de recogida. Siempre teniendo en cuenta que los materiales putrescibles exigen una frecuencia mayor y los reciclables ó recuperables pueden ser almacenados por más tiempo sin grandes afectaciones al medio ambiente. También depende de la composición y la disposición ciudadana a la separación en origen.

Una comparación en cuanto a ventajas y desventajas entre ambos métodos se resume en el Anexo N°. 3.

### Recolección Selectiva

La recolección selectiva consiste en la clasificación en origen de los componentes que pueden ser recuperados, mediante un acondicionamiento distinto para cada grupo social. Siempre está precedida de la clasificación de los residuos sólidos por los usuarios en general, en depósitos previamente establecidos. El servicio de recogida deberá realizarse eficientemente y respetando la separación doméstica, de lo contrario puede incurrirse en un grave error, que desmotivará a la población y todo el esfuerzo habrá sido en vano.

En este sentido, los factores determinantes para el éxito están vinculados a:

- Disponibilidad de embases diferenciados para el almacenamiento.
- Adecuada tecnología para efectuar la recolección, clasificación y el reciclaje.
- Necesaria y suficiente información, para motivar al ciudadano.
- Mercado real disponible, que absorba el material recuperado.

La recogida selectiva “per se” constituye una de las actividades más complejas de este proceso. Existen varias formas de organizarlo a escala municipal.

- En puntos de recogida donde se lleven ya clasificados con un sistema bien pensado de incentivo económico para la población.
- Recogida por el servicio de aseo colectivo, que generalmente depende de la voluntariedad de los usuarios. En algunos casos se diseñan programas de reconocimiento a las familias que más se destacan para promover acciones similares en la comunidad.

Antes de decidir la *estimulación* de una recogida selectiva de materiales con miras al reciclaje en el municipio, es importante responder a las interrogantes:

- ¿Existen las condiciones necesarias para su implementación?
- ¿Existe la demanda del mercado para los productos reciclados?

Constan experiencias, algunas con buenos resultados, de recogidas “puerta a puerta” de vidrios, aluminio, papel y cartón, material orgánico. Ello está en función de los objetivos que se persiguen y en cómo se diseñe el sistema. En cualquier caso será necesario dotar a los usuarios de información y recursos mínimos necesarios para la separación.

En zonas comerciales, centros de trabajo o industrias, se hace más viable exigir una separación por tratarse de instituciones estatales con las que se pueden establecer convenios y compromisos contractuales. La administración municipal puede incidir en la orientación y el cumplimiento de políticas y disposiciones establecidas al respecto.

Para implementar la separación domiciliaria siempre es necesario adelantar programas masivos de comunicación-capacitación a la ciudadanía, con el fin de crear conciencia en la población sobre la importancia de realizar una efectiva gestión integral de residuos sólidos, que incluya una adecuada selección en la fuente, el establecimiento de rutas selectivas y la construcción y operación de plantas de tratamiento destinadas al aprovechamiento y valorización de dichos materiales.

Los objetivos propuestos por cada municipio se alcanzarán paulatinamente y se podrán evaluar a través de indicadores de evaluación como el **% de recuperación (R)**<sup>6</sup>

$$R = \frac{\text{Cantidad de RSM recuperados}}{\text{Cantidad Total RSM generados}} \times 100$$

En Cuba la recolección de los RSM es responsabilidad de las direcciones municipales de Servicios Comunes. Las modalidades empleadas para transporte son variadas y van desde el sistema mecanizado hasta la tracción animal, en dependencia de múltiples factores como:

- Tipo de residuos a recoger,
- Distancias a recorrer hasta la disposición final o intermedia,
- Capacidad del equipo,
- Capacidad de compactación,
- Calidad de las vías de comunicación en zona de recolección o sector.

<sup>6</sup>Sobre un estudio actualizado de composición, este indicador se podrá evaluar para cada componente individualmente. R será inversamente proporcional a la cantidad de residuos que llegan a disponerse finalmente.

Algunos de los indicadores para evaluar la recolección se detallan a continuación:

**Reclamaciones de la comunidad (RC).** Generalmente se recoge por la oficina de atención a la población de las administraciones municipales y se contabiliza por localidades para un año. N°/año.

Este tipo de indicador refleja la percepción que tiene la comunidad respecto del servicio de recolección. Puede emplearse para evaluar tanto el servicio de recolección como el de disposición final y debe ser cuantificado según las reclamaciones por sector atendido.

Costo Total de Recolección (CTR) Unidad: \$/Tonelada

$$CTR = \frac{\text{Costo Total Anual del Servicio}}{\text{Toneladas recolectadas en el año}}$$

Su utilidad radica en que el valor obtenido puede usarse para comparar la eficiencia de los servicios por año, así como para estimar el presupuesto anual que se destinará a esta actividad.

**Vehículos para la recogida**

De acuerdo a la capacidad y rango de acción del vehículo, y a la distancia del relleno sanitario, la recolección se puede canalizar hacia una estación de transferencia, desde donde un vehículo de mayor capacidad evacua los RSM a un relleno sanitario; o en su defecto, el mismo vehículo de recolección se emplea para transportar los RSM hacia el relleno sanitario.

Normalmente, los vehículos de recolección no motorizados como triciclos y carretas (aproximadamente 1 m3 de capacidad de carga), se emplean en pequeñas zonas urbanas o en áreas de la periferia, por cuanto requieren poca inversión inicial, hacen uso intensivo de mano de obra y permiten cubrir zonas de difícil acceso y topografía, por ende, hacen más eficiente y racional el uso de los vehículos motorizados de recolección.

Como una alternativa a considerar en este caso, los vehículos manuales o de tracción animal pueden trasladar, mediante una serie de micro-rutas, los RSM en pequeños centros de acopio o estaciones comunales de transferencia. Desde ahí, un vehículo motorizado los evacua y transporta los RSM hacia el relleno sanitario.

En el Anexo N° 4 se describe criterios para decidir las modalidades de transportación.

**Eficiencia de vehículos colectores (EFC):** Muestra el número de veces que la flota recolectora colma su capacidad en un día de trabajo, indica eficiencia y es un valor a comparar con otras flotas que tengan similitud en relación con la densidad poblacional, las características de la ciudad y tipo de vivienda predominante. Se expresa en %, siendo el óptimo de eficiencia de esperado para un camión recolector entre 85 % y 90 %.

$$EFC = \frac{\text{Total de Toneladas recolectadas por semana}}{\Sigma (\text{Capacidad de vehículos} \times \text{No. de viajes})} \times 100$$

Otro indicador de gestión que permite identificar la cantidad de población beneficiada por el servicio de recolección para programar futuras mejoras, es la **Cobertura de Recolección (CR)** y se expresa en %.

$$CR = \frac{\text{Población total con servicio}}{\text{Población Total}} \times 100$$

### Transporte y vialidad

La infraestructura de transporte y el esquema de vías principales y auxiliares, unido a la respectiva información de pendientes, definen en gran medida las técnicas y procedimientos del almacenamiento (contenedores públicos) y recolección de los RSM. Entonces es necesario tabular en un cuadro sencillo el tipo, longitud y características de las calles de cada localidad.

El resumen de la información sobre transporte y vialidad es un insumo para:

- El diseño de los sistemas de recolección primaria y secundaria (zonas, rutas, frecuencias, horarios, etc.).
- La selección de los vehículos recolectores.
- La ubicación de contenedores públicos, considerando la accesibilidad para su recolección.

### Frecuencia de la recolección

Se denomina así a la cantidad de veces que se realiza la recolección de residuos por semana. La frecuencia dependerá, entre otros, de las condiciones climáticas, la velocidad de generación de los residuos, del área socio-económica, pudiendo ser su periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos estarán en función de esta periodicidad. Por ello la frecuencia de la recolección es un problema que debe ser estudiado en cada caso según las características locales.

El período máximo entre las recogidas está dado por 4 factores fundamentales:

- a. Tiempo diseñado para el llenado de los depósitos de almacenamiento en los puntos previstos.
- b. Tiempo que tardan los residuos en producir olores desagradables en condiciones medias de temperatura y humedad de la región, en verano o en invierno.
- c. Ciclo de desarrollo de la mosca (seis a siete días a la temperatura del verano). En sectores residenciales, la basura debe recogerse por lo menos tres veces por semana en verano y dos en invierno, aunque lo óptimo es que se realice diariamente.
- d. La recolección en hoteles, restaurantes y grandes generadores, debe ser necesariamente diaria, excepto la de materias primas específicas (no putrescibles) previo acuerdo entre las partes.

### Horarios de recolección

Para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y provoque menor impacto ambiental. Mayoritariamente las circunstancias idóneas coinciden con horarios nocturnos.

El servicio de recolección de residuos sólidos de tipo comercial se presta mejor en aquellos horarios diurnos que coincidan con los de menor intensidad del tráfico.

No existe otra fórmula que no sea adecuar estas características a las condiciones locales del municipio. Recolección de residuos de centros asistenciales de Salud Pública La recolección de los residuos de los servicios de salud debe ser hecha de manera diferenciada, procurando:

- Un destino apropiado;
- Evitar la contaminación cruzada con los residuos comunes;
- El manejo seguro de los residuos contaminantes.

La gestión adecuada de la recolección, en especial de los más peligrosos (infecciosos, químicos o radioactivos), es fundamental para evitar riesgos a la salud. En Cuba se establece mediante la Resolución 87/99 del CITMA, para el almacenamiento y eliminación de residuos peligrosos.

### III.4 Reciclaje

El Reciclaje es el resultado de una serie de actividades mediante las cuales los materiales que pasarían a ser residuos, o que ya son residuos, son desviados, siendo separados, recolectados y procesados para ser usados como materia prima en la manufactura de artículos que anteriormente se elaboraban solo con materia prima virgen.

No puede ser visto como la principal solución para los residuos sólidos; es una actividad económica que se debe abordar como un elemento dentro de un conjunto de soluciones. Estas se integran en la gestión o manejo de los residuos sólidos, ya que no todos los materiales son técnica o económicamente reciclables.

Tiene como principal objetivo la recuperación de forma directa o indirecta de determinados componentes de los residuos. Permite, por una parte, el ahorro de recursos naturales y por otro, la disminución del volumen total de los residuos sólidos a eliminar, con el consiguiente ahorro energético y beneficio ambiental.

Es conveniente que se elabore e implemente, como parte del sistema de GIRSM, un subprograma de recuperación y reciclaje, cuyas ventajas principales están dadas por:

- Mayor flexibilidad, debido a que permite comenzar en pequeña escala y ampliarse gradualmente.



- Posibilidad de organizarse a nivel de empresas, organizaciones sociales, ambientalistas, escuelas, etc.
- Reducción del volumen de los residuos sólidos que deben ser dispuestos, por lo tanto aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios.
- Preservación de los recursos naturales.
- Ahorro de energía.
- Disminución de la contaminación del aire, las aguas y el suelo.
- Generación de empleos, mediante la creación de industrias recicladoras.

La clasificación de los componentes de los residuos sólidos aumenta la oferta de materiales reciclables, sin embargo, si no existe demanda de productos reciclados, el proceso se interrumpe, los materiales se amontonan en los depósitos y finalmente son enterrados o incinerados como residuos.

### **Educación ambiental en el “Reciclaje”**

La educación ambiental deberá estar orientada a sensibilizar a los actores locales y a la ciudadanía en general, así como a imponerlos de su responsabilidad como generador y gestor de residuos sólidos. Debe dirigirse hacia los principales factores del territorio: órganos de dirección de la administración (decisores), las escuelas, los centros productivos y de servicio y la ciudadanía en general.

Los centros de enseñanza constituyen objetivos medulares para incidir tempranamente con el aporte de la información requerida y la creación de hábitos y conductas adecuados en función de la participación ciudadana en la clasificación domiciliaria y adecuado almacenamiento de los RSM.

Otro nivel de actividad importante al que contribuye la educación ambiental es al reciclaje, fomentando en las personas la conciencia y preferencia por la reutilización o uso en otras actividades de materiales que cumplan con esta propiedad.

### **Transferencia**

Es el traspaso de los residuos desde los vehículos colectores a otros vehículos con más capacidad y para el transporte a distancia. Se lleva a cabo en Estaciones de Transferencia, que son instalaciones especialmente concebidas para efectuar este proceso, cuya introducción en el sistema obedece principalmente a razones económicas.

Entre sus ventajas se identifican las siguientes:

- Evita el vertido ilegal de residuos por distancias excesivas de transporte.
- Minimiza los costos de transporte sobre grandes distancias.
- Centraliza el acopio de los residuos sólidos.
- Posibilita la separación, reciclaje y tratamiento de los RSM.

### **III.5 Barrido**

El barrido es la actividad de recolección manual o mecánica de residuos sólidos depositados en la vía pública. Tiene como objetivos la conservación de la salud humana y evitar obstrucciones al sistema de alcantarillado y mantener la estética urbana.

El tipo de residuos en la vía pública está en función del clima, el número de peatones y el uso del suelo. Entre los principales componentes: polvo, estiércol, colillas de cigarrillos, envolturas, envases, vidrio, animales muertos, etc. El uso de papeleras o cestos en la vía y espacios públicos, con una distribución planificada, minimiza la cantidad de residuos a barrer y sus impactos negativos al ornato público y al medio ambiente.

En la mayoría de las ciudades cubanas se emplea el barrido manual que por regla general se caracteriza por requerir poca inversión en equipamiento y el empleo de muchas personas, encareciendo el servicio.

### **III.6 Tratamiento**

Consiste en la transformación de los residuos orgánicos e inorgánicos en instalaciones destinadas a este fin y con la tecnología apropiada, en base al volumen de productos y a las demandas del comprador de estos una vez transformados. Algunos RSM pueden requerir tratamiento ya sea para aprovechar sus bondades (recuperación) o para minimizar los impactos ambientales negativos. Los RSM que pueden o deben requerir tratamiento son:

- Los residuos orgánicos, porque al ser putrescibles originan severos impactos al ambiente y a la salud de la población y se pueden recuperar obteniendo un producto de valor comercial. (Compost, humus, biogás, etc.).
- El biogás que se produce se puede emplear como combustible alternativo o convertirlo a energía eléctrica para consumo local.
- Los escombros generados en actividades constructivas, (fragmentos y restos de material cerámico, hormigón y argamasas, etc.) pueden ser reutilizados, luego de ser triturados con equipos apropiados, en la propia construcción generadora o en otras producciones locales.

Las ventajas del tratamiento son:

- aumentar el valor agregado de las materias recuperadas,
- generación de fuentes de empleo estable,
- aumento de la vida útil del relleno sanitario y
- posibilidades del mejoramiento continuo del proceso.

### **III.7 Disposición final**

La administración municipal será responsable de evaluar las condiciones actuales del sitio existente para la disposición final, la pertinencia y/o necesidad de seleccionar un nuevo sitio, según requisitos



técnicos, económicos, sociales y ambientales establecidos. De ser necesario planificar la clausura del sitio existente en correspondencia con la explotación del nuevo. Este suele ser el paso más crítico y conflictivo en la planificación para la implementación de un sistema de GIRSM. Deberá realizarse sobre la base del PGOTU actualizado del municipio.

En principio es preciso indagar sobre la historia del sitio actualmente en explotación, antecedentes desde el punto de vista de localización, diseño, operación, condiciones higiénico-sanitarias, impactos y tiempo de vida útil del mismo.

La administración municipal deberá evaluar si el sitio de disposición final no es el apropiado o su tiempo de vida útil no excede los 5 años. Para ello deberá buscar el consenso y la certificación de la autoridad ambiental municipal. En ambos casos deberá comenzar el largo y sensitivo proceso de selección, aprobación, diseño y construcción de un nuevo “relleno sanitario”. A continuación le ofrecemos algunas etapas claves para el éxito del proceso:

1. Investigación, evaluación e identificación de al menos tres sitios alternativos que cumplan con las condiciones.
2. Factibilidad técnica, económica, ambiental y social.
3. Decidir la alternativa más factible mediante análisis global.

El proceso de selección del sitio debe ser participativo para evitar inconformidad pública, y llevarse a cabo sobre la base de la normativa vigente para el país. (NC 135:002: Residuos sólidos urbanos. Disposición final. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales).

Lo más aconsejable es considerar la posibilidad de un futuro centro de tratamiento, planta de reciclaje y/o compost en áreas aledañas al relleno sanitario.

### Nuevo “relleno sanitario”

Para la concepción del nuevo “relleno sanitario” será imprescindible la tenencia de mapas topográficos, estudios de suelos e hidrogeológicos, datos climatológicos, meteorológicos y eólicos, infraestructura de saneamiento, drenaje, abasto de agua, infraestructura vial, registros de propiedad de las tierras y avalúos, tan actualizados como sea posible. Descartar áreas potenciales con los siguientes criterios de inaptitud:

- Humedales,
- Suelos inestables o susceptibles de deslizamientos,
- Áreas con fallas, zonas de impacto sísmico y terrenos inundables,
- Zonas cercanas a aeropuertos,
- Zonas cercanas a fuentes de abasto de aguas y/o áreas de recargas de aguas subterránea,
- Zonas con hábitat de especies en extinción, corredores de vida silvestre o sitios históricos o arqueológicos.

Para la selección de sitios aptos le ayudamos con algunos criterios descritos en la literatura:

CRITERIOS	Referencia: NC 135/2002 y otras
Área (ha)	Suficiente para el 100 % de la generación para un periodo de al menos 5 años
Distancia perimetral de la ciudad	≥ 1000 metros
Tiempo de traslado de RSM	≤ 30 minutos
Proyección crecimiento urbano	Dirección contraria al sitio
Proximidad a servicios de abasto de agua potable	≥ 800 metros
Altura sobre el manto freático	≥ 5 metros
Orientación de los vientos	Sotavento de la ciudad
Tipo de suelo	Arcilloso-poco fértil
Material de cobertura	Disponible a ≤ 50 metros
Vida útil	> 10 años
Pendiente	< 10°
Drenaje	Canales de escurrimiento naturales o contruidos artificialmente susceptible de tratamiento
Vías de acceso	Permisibles para vehículos especializados de recogida y operación sobre el relleno
Impactos ambientales	Posible impacto visual, paisajístico, atmosférico, sobre el suelo y cuerpos de aguas

Por su parte, los residuos tóxicos y/o peligrosos, si no son tratados, se evacuan en zonas especialmente diseñadas dentro de los rellenos sanitarios, con los siguientes requerimientos:

- Trincheras especiales con espacio necesario para almacenar los residuos generados por el área en el plazo definido por el diseño.
- Diseñadas, localizadas y dispuestas para operaciones que cumplan con requisitos higiénicos sanitarios que exige la normativa vigente. NC: 135/2002
- Localizados con el fin de disminuir la incompatibilidad con el entorno y minimizar los impactos ambientales.
- Operación especializada que minimice el riesgo de incendio, derrames y otros accidentes operacionales.
- Acceso limitado por personal capacitado, cumpliendo con normas de seguridad y protección establecidas.

Para evaluar el costo de operaciones en la disposición final, se calcula el indicador:

### Costo Total Disposición Final (CTDF)

Unidad: \$/Tonelada

$$CTDF = \frac{\text{Costo Total Anual de operación del vertedero}}{\text{Toneladas dispuestas en el año}}$$

Ante la no existencia de un sistema de GIRSM, este indicador tiende a elevarse para los primeros años, hasta lograr la estabilidad de operación en condiciones sanitarias. Solo a posteriori, el valor obtenido puede usarse para comparar la eficiencia de la operación en el vertedero por años, así como para estimar el presupuesto anual que destinará el municipio a esta actividad.

## IV. ACTORES CLAVE DE LA GIRSM

La planificación, conducción y control de un Sistema de GIRSM deberá estar a cargo de una estructura (unidad de gestión) subordinada a la administración pública municipal, la cual apoyará su desempeño en la articulación de los principales actores que en el mismo intervienen, ya sea en las fases de planificación y evaluación o en la operativa como tal.

Entre los actores clave de la GIRSM se identifica a la Unidad Presupuestada Municipal de Servicios Comunes, la Dirección Municipal de Planificación Física, la representación de CITMA, Centro Municipal de Higiene Epidemiología y Microbiología (CMHEM) y los Consejos Populares. Pero también se involucran en estos procesos a los trabajadores del sector no estatal que intervienen en alguna de sus etapas.

### Participación del sector no estatal

El concepto de economía informal la refiere como “todas las actividades generadoras de ingresos o beneficios que no están reguladas por el Estado en un medio social en que se reglamentan actividades similares”<sup>7</sup>. El municipio cubano no escapa de esta realidad.

Aunque en menor cuantía con relación a otros países de la región, existen individuos que de manera ilegal y con alto riesgo para la salud, han hecho de los residuos sólidos una forma de sustento económico para la familia. Generalmente son personas que sin pertenecer a las instituciones gestoras de los residuos, participan de diferente manera en varias de las etapas de manejo de los RSM.

Las instituciones y organizaciones que participan en la gestión de los residuos sólidos, aparentemente se desvinculan de la problemática informal, pero a nivel micro-estructural los vínculos son evidentes cuando informales, trabajadores, miembros y funcionarios del sector estatal y las organizaciones sociales, se encuentran inmersos en una red que gestiona los residuos reciclables para el mercado de cuentapropistas o para las llamadas “casas de cambio” y otros puntos de recepción que forman parte del sistema nacional de recuperación de materia prima.

El Ministerio del Trabajo y Seguridad Social en su Resolución 33/2011 establece las disposiciones que regulan el ejercicio del trabajo por cuenta propia, su ordenamiento y control, así como las actividades que se pueden ejercer. Vinculados al manejo de los residuos clasifican el “recolector vendedor de materias primas” (106) y en servicios de transporte de carga los propietarios de camiones, tractores, carretones, etc., para cubrir la transportación de los mismos.

<sup>7</sup>Portes, A.; Castells, M.: “The Policy Implications of Informality”, en *The Informal Economy: Studies in advanced and Less Developed Countries*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Md., 1989, pp. 289.

La participación del sector no estatal, que incluye tanto al trabajador por cuenta propia como a la cooperativa, en muchos casos es una buena alternativa para mejorar la eficiencia general del sistema de manejo de los RSM. Sin embargo, éste es un tema complejo que en ocasiones se puede tornar controversial, pues no siempre ni en todas las etapas de la gestión de RSM constituye la mejor alternativa. Al respecto existen diversas experiencias, cada una con diferentes niveles de éxito, dado que no existe un “mercado perfecto” de competencias.

Entre los criterios que pueden justificar la necesidad de la participación del sector no estatal en la GIRSM, pueden relacionarse los siguientes:

- Inestabilidad en el servicio de aseo urbano debido a la no disponibilidad de equipos y medios suficientes para cubrir el 100 % de las etapas del manejo de los RSM.
- Insuficiente capacidad de la administración municipal para garantizar incentivos que mantengan y mejoren la productividad de los trabajadores del sector.
- Insuficientes recursos financieros para cubrir los gastos de personal, equipos, reparaciones e inversiones, requeridos para una adecuada gestión.

En este sentido, corresponde entonces a las autoridades locales, dentro del marco regulatorio vigente, establecer la estrategia más apropiada a seguir en su sistema de GIRSM, optando por las alternativas que armonicen entre el problema y la solución de manera particular en su respectivo municipio.

Para minimizar los riesgos de no lograr los objetivos deseados y garantizar la eficiencia de la gestión a través de la participación no estatal, existe una serie de acciones a realizar, entre ellas:

- Crear un clima de sana competencia a través de procesos contractuales amplios.
- Establecer un ambiente de credibilidad y transparencia mediante procedimientos auditables de contratación y desempeño de los servicios.
- Desarrollar mecanismos de control incluyendo la socialización de la información a la comunidad.
- Supervisar al operador “no estatal” mediante una entidad estatal calificada.

Las modalidades de participación del sector no estatal son diversas. Se pueden “privatizar”, indistintamente, operaciones específicas como el barrido, la recolección, el reciclaje, el tratamiento, etc. Incluso por sectores de la población y distribución geográfica delimitada, siempre teniendo en cuenta que no comprometa el sistema de gestión diseñado y esté sujeto a responsabilidades debidamente pactadas con el gobierno municipal.

## V. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GIRSM

El mejoramiento de los servicios tiende a alcanzar un nivel de funcionamiento satisfactorio, tanto desde el punto de vista económico como sanitario, siempre que se tomen acertadamente las decisiones estratégicas. No basta con emplear criterios intuitivos y subjetivos, lo cual no es suficiente ni apropiado para la GIRSM.

En esta guía se brindan, en cada una de las etapas del sistema, algunos indicadores de evaluación que permiten determinar la eficiencia, tanto desde la perspectiva sanitaria-ambiental, como económica y así tomar las alternativas más apropiadas para el mejoramiento de la calidad del servicio.

Los indicadores son herramientas útiles para la evaluación y la toma de decisiones, además de permitir comparaciones más adecuadas entre servicios similares teniendo en cuenta su calidad y las características de la población. La información básica sobre el registro de parámetros de eficiencia aporta datos cualitativos y cuantitativos de suma importancia para la elaboración y uso de los indicadores de eficiencia del sistema de gestión de RSM.

El monitoreo y evaluación deben estar soportados por la implantación de un sistema de información efectivo, dinámico y confiable, que abarque la totalidad de las operaciones y funciones de la GIRSM, que garantice oportunamente los datos relativos a los indicadores clave previamente seleccionados y que fluya desde la base (las zonas comunales) hacia la estructura administrativa y de decisión del sistema.

Algunos ejemplos de indicadores de evaluación pueden ser:

- Volumen total generado (m<sup>3</sup>/día ó m<sup>3</sup> /año)
- Producción per cápita (kg/hab/día)
- Suficiencia de depósitos para almacenamiento (%)
- Cobertura el servicio de recolección (% de población servida)
- Frecuencia de recolección (diaria, cada dos días, etc.)
- Eficiencia de equipos de transporte colectores
- Cobertura del servicio de barrido.
- % de recuperación de RS.
- Tasa de recuperación de residuos sólidos (%)
- Costo Total de Recolección (CTR). (\$/Tonelada)
- Reclamaciones de la comunidad. (No.)

### V.1 Mejora continua de la GIRSM

La mejora continua es una vía con múltiples opciones que se debe analizar con la participación de actores clave de la gestión y de la comunidad, considerando los aspectos y componentes del sistema con mayores deficiencias Finalmente, la selección e implementación de la mejor alternativa, incluyendo su sistema administrativo, será responsabilidad de las autoridades municipales.

Por lo general, en las condiciones actuales de Cuba, han operado sistemas de aseo con poca planificación y bajos niveles de eficiencia, calidad y cobertura de los servicios; por consiguiente, no se satisface la demanda de la ciudadanía.

La implementación de planes de GIRSM, con el mejoramiento continuo como política de calidad deberá basarse en realidades locales y concebidas como un proceso permanente a partir del estado actual o "línea base" hacia un estado "ideal" deseado. Las metas trazadas deberán estar enmarcadas en un plan a corto, mediano y largo plazo, donde se priorizarán las acciones según un análisis de costo-beneficio.

Esquema de "mejora continua" para la GIRSM (Anexo N°. 5)

La implementación de un sistema de GIRSM debe incluir varias fases:

1. Planificación
2. Diseño
3. Construcción
4. Operación
5. Evaluación



Esto representa un ciclo que debe repetirse de forma periódica para que exista una revisión constante y ajuste del mismo. Cada fase contemplará aspectos técnicos, institucionales, administrativos, legales y financieros con participación de varios sectores.

Componentes clave para la planificación:

COMPONENTE	TEMAS
Definición del área y período de planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Límites político-jurisdiccionales del municipio</li> <li>- Límites topográficos y naturales (cuenca hidrográfica, cadenas montañosas, etc.)</li> <li>- Período de diseño para instalaciones principales (estaciones de transferencias, rellenos sanitarios, etc.)</li> </ul>
Selección del universo de residuos a tratar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo y características de los RSM</li> <li>- Objeto social de la entidad responsable</li> <li>- Servicios demandados en el municipio</li> </ul>
Establecimiento del nivel de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voluntad política y social</li> <li>- Equidad social</li> <li>- Salud Pública e impacto ambiental</li> </ul>
Formulación de objetivos y metas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Factibilidad económico-financiera</li> <li>- Disponibilidad de la tecnología</li> </ul>

**Administración:** Sin una administración eficiente el sistema no funcionará de la forma prevista. En algunos casos, será necesario una re-estructuración, elaborar manuales de funciones, perfiles laborales, etc. El municipio deberá decidir qué sistema es el más idóneo para la GIRSM, estatal, privado o mixto.

**Presupuesto:** Deberá existir dentro del presupuesto anual, una partida que incluya los ingresos y gastos del sistema. Solo así el municipio podrá disponer de fondos propios para cubrir sus necesidades.

**Sistema de cobro:** Deberá revisarse y, en caso necesario, modificar el sistema de tarifas por sectores, a fin de lograr la máxima recaudación y que la GIRSM sea económicamente auto-sostenible. En el Anexo N°. 6 se muestra una plantilla para el diseño de un Sistema de GIRSM.

Como resultado se deberá elaborar un plan de acción con definición de prioridades, pasos y responsabilidades para mejorar el soporte técnico, institucional, legal, económico, social, ambiental y administrativo de la gestión de los RSM.

Para las etapas de diseño, construcción, operación y evaluación téngase en cuenta lo expresado en esta guía para cada una de las etapas del Sistema de GIRSM. Solicitar la ayuda de expertos en los diversos campos de aplicación aumenta las probabilidades de éxito para un nuevo sistema en el municipio.

### V.3 Enfoque económico-financiero de un SIGRSM

Desde el punto de vista financiero, la viabilidad de un sistema de GIRSM se puede determinar a través de un análisis costo-beneficio. Se clasifican los costos en: costos de inversión o capital y costos de operación y mantenimiento (costos de O&M).

Los costos de inversión o capital comprenden terrenos, instalaciones, vehículos, conjuntos de recipientes para la recolección selectiva, proyecto del sistema y otros.

Los costos de O&M comprenden: salarios y cargas sociales, combustibles y lubricantes, agua, energía, mantenimiento, administración, propaganda, servicios a terceros, alquiler y contratación de equipos, entre otros.

Los beneficios se clasifican en ingresos y ahorros. Los ingresos son el resultado de la venta de las materias primas recolectados. Los ahorros corresponden a la reducción en el costo de recogida, traslado y disposición final de RSM. Mientras más residuos sean desviados de la disposición final, mayor es el ahorro en el presupuesto municipal.

Como la meta principal de un programa de recolección selectiva es la reducción de la cantidad de residuos sólidos enterrados, es importante medir su impacto. El número que resulta de ese cálculo es la ya mencionada "tasa de recuperación de residuos sólidos".

Es importante observar que el análisis costo-beneficio no es el único indicador de factibilidad, ya que no toma en cuenta el bien social y ambiental que se deriva del reciclaje. De igual modo, se deben clasificar aquellos residuos que por prevención de contaminación al medio ambiente y/o por sus ventajas económicas, justifican la recuperación de materiales, tales como: películas de radiografía y productos de revelado, termómetros, papeles, cartones y restos de alimentos.

## VI. MARCO LEGAL

La legislación vigente asociada a los residuos sólidos está caracterizada por una normativa dispersa, contenida en leyes, decretos, resoluciones y otras disposiciones, las cuales sancionan las acciones y omisiones constitutivas de delitos que infrinjan lo preceptuado en las mismas u otras disposiciones legales referidas a la protección del medio ambiente. Con relación a lo penal prevé algunas conductas antijurídicas lesionadoras del medio ambiente, sin embargo, no puede considerarse que se regule de forma integral un delito ambiental, más bien se trata de figuras asociadas a la protección de la salud y los bienes de las personas y la economía nacional.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Rodríguez. A. y J. A. Delgado. 1998. Plan Director de Residuos Sólidos de Ciudad de la Habana. Unidad Nacional de Salud Ambiental. MINSAP. Dirección de Planificación Ambiental y Servicios Comunales. MEP. pp 51.



No es usual la exigencia de la responsabilidad (sobre todo del sector privado) como consecuencia de un acto relacionado con la protección ambiental en relación con los residuos sólidos, ya que tampoco existe una cultura al respecto.

La Ley del Medio Ambiente contribuye a integrar de cierta manera la dispersión legislativa, armonizar los conceptos modernos con la estructura institucional del país y propiciar su conocimiento, divulgación y cumplimiento. A continuación se relacionan las principales disposiciones legales sobre el sector.

- Constitución de la República de Cuba: dispone en su Artículo 27 la protección del medio ambiente y los recursos naturales del país por parte del Estado, vinculada con el desarrollo económico y social sostenible.
- Ley 81 del Medio Ambiente (11 de Julio de 1997): establece los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del Estado, y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, para proteger el medio ambiente. En sus artículos 28 y 29 se especifica que, dentro de los proyectos de obras o actividades que deben ser sometidas a una evaluación de impacto ambiental, se encuentran las destinadas al manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y a rellenos sanitarios.
- Ley 1288 (14 de enero de 1975): establece todo lo relacionado con la recolección de residuos y materias primas en los procesos de producción o de servicios, con el objetivo de ser recuperados. Dispone que los organismos y demás dependencias del Estado están en la obligación de recolectar los residuos de materias primas, productos y materiales reutilizables que no son aprovechados en los procesos de producción o servicios.
- Ley 41 de la Salud Pública (15 de agosto de 1987): establece los principios básicos para la regulación de las relaciones sociales en el campo de la salud pública; dispone que corresponde al MINSAP la inspección sanitaria estatal y el control sanitario del ambiente referido a la prevención y control de la atmósfera, suelo y agua.
- Ley 59 (15 de octubre de 1987) Código Civil: establece la responsabilidad civil por daños al medio ambiente. Modificado por el Decreto-Ley No. 140/1993.
- Decreto 123 (30 de marzo de 1984): define las conductas que se consideran contravenciones en materia de ornato público y establece las medidas administrativas para sancionarlas.
- Decreto Ley 54 (del 23 de abril de 1982) Disposiciones Sanitarias Básicas: establece los lineamientos sanitarios por los cuales se rige la República de Cuba.
- Decreto - Ley 138. De las aguas Terrestres (1 de junio de 1993): tiene por objeto desarrollar los principios básicos establecidos en el artículo 27 de la Constitución de la República y la Ley de Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales en relación con las aguas terrestres superficiales y subterráneas.
- Decreto 674. Ordenanzas Sanitarias (del 24 de abril de 1914): en los capítulos XV y XVI establece aspectos relacionados con el aseo urbano.

- Decreto 3800. Reglamento de la Ley sobre Materia Prima (4 de enero de 1975): establece la organización y método de recuperación de materia prima y productos reutilizables.
- Decreto 100. Reglamento de Inspección Estatal (28 de enero de 1982): dispone la inspección estatal consistente en la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes, llevada a cabo por los organismos centrales de las administraciones del Estado dentro de su propio sistema o en el ejercicio de su función rectora o por los órganos locales del Poder Popular.
- Decreto 104. Control Sanitario Internacional (3 de mayo de 1982): establece las normas que rigen el control sanitario internacional y el procedimiento para la imposición y cobro de las multas administrativas correspondientes.
- Decreto 123. Infracciones contra el Ornato Público, la Higiene y otras Actividades (29 de marzo de 1984).
- Reglamento de Ley de la Salud Pública (Decreto 139 del 4 de febrero de 1988): establece los principios básicos para la regulación de las relaciones sociales en el campo de la salud que dispone la Ley.
- Resolución 141 del Ministerio de Salud Pública (31 de julio de 1984): aprueba y pone en vigor el Reglamento sobre Saneamiento Básico en Centros de Trabajo, estableciendo, entre otras, las disposiciones sobre basuras y residuos de producción, instalaciones y locales sanitarios.
- Resolución 215 del Ministerio de Salud Pública (27 de agosto de 1987): establece el Reglamento de la Inspección Sanitaria Estatal.
- Resolución 130 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1 de julio de 1995): establece el Reglamento para la Inspección Ambiental Estatal.
- Resolución 168 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (15 de septiembre de 1995): establece el procedimiento para la realización y aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental y el otorgamiento de licencias ambientales.
- Resolución 15 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (13 de febrero de 1996): establece el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos acorde al Convenio de Basilea.
- NC 133:2002. Residuos Sólidos Urbanos - Almacenamiento, Recolección y Transportación – Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. ONN. 2002.
- NC 134:2002. Residuos Sólidos Urbanos - Tratamiento - Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. ONN. 2002.
- NC 135:2002. Residuos Sólidos Urbanos – Disposición final - Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. ONN. 2002.



## BIBLIOGRAFÍA

- Agenda 21. Capítulo 21 Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable [Informe].- Johannesburgo: [s.n.], 2002.
- Alegre, M. 1999. Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS y OMS. 64. pp.
- Acurio, G y A. Rossin. 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. OPS, BID. Washington D.C., 130 pp.
- Asamblea Nacional del Poder Popular. 1997. Ley No. 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba. No. 1. 35 pp.
- Brito, J. M. 2005. "Evaluación del entorno rural de la Ciudad de Sancti Spíritus para la ubicación de rellenos sanitarios manuales". Tesis en opción al título académico de Máster en Gestión Ambiental y de los Recursos Naturales. MES. Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas. 94 pp.
- Cossu R. Stegman R., Andeottola G. y Cannas P Technology and Environmental Impact. Academic Press [Publicación periódica] // Sanitary Lanfilling Process. Reino Unido: [s.n.], 1995.
- CITMA. 2010. Estrategia Ambiental Nacional 2011/2015. - CITMA. Estrategia Ambiental de Ciudad de La Habana [Informe].
- Del Puerto C. y col. "Saneamiento Básico y Urbanización". [Publicación periódica] // Serie Salud Ambiental No. 1.- 1992.
- Domenech Xavier. Química ambiental. El impacto ambiental de los residuos [Publicación periódica] // Obra divulgativa sobre los residuos en el agua, suelo y atmósfera. Madrid: Ediciones Miraguano, 1993.
- Decreto N° 273-78. 1998. Reglamento sobre rellenos sanitarios. Ministerio de Salud. Presidencia de la República de Costa Rica. 14 pp.
- Espinosa M. y col. Caracterización de residuos sólidos urbanos en territorios de Ciudad de la Habana [Sección del libro] // Contribución a la Educación y la Protección Ambiental / aut. libro ISCTN CITMA. Ciudad de La Habana: [s.n.], 2003. Vol. 4º.
- EPA Resource Conservation and Recycling Act [Publicación periódica] // Environmental Protection Agency. Managing Solid Waste. - 2001- pág. RCRA SUBTITLE D SECTION II.
- G. Holmes B Singh, L. 1993. Handbook of Environmental Managment & Tecnology. [Libro]. [s.l.]: Wiley Interscience.
- Haddad, J.F. 2001. Aseo Urbano - Disposición Final de Residuos Sólidos. Manual de Instrucciones. 53 pp.

- Mikae N. Cosovic B., Ahel M., Andreis S. and Tonicic Z Assessment of groundwater contamination in the vicinity of a municipal solid waste landfill [Publicación periódica] // Water Science technology. Zagreb, Croatia: [s.n.], 1998. Vol. 37, No 8:37-44.
- OMS y OPS. 2002. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Ecuador. División de Salud y Ambiente. 275 pp.
- OPS. 1994. Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental No. 14. p / diversas.
- ONN. NC 133:2002. Residuos Sólidos Urbanos - Almacenamiento, Recolección y Transportación - Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. La Habana. 12 pp.
- ONN.NC 134:2002. Residuos Sólidos Urbanos - Tratamiento - Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. La Habana. 6 pp.
- ONN. NC 135:2002. Residuos Sólidos Urbanos - Disposición final - Requisitos Higiénico Sanitarios y Ambientales. La Habana. 9 pp.
- ONN. NC 27:1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. Ciudad de la Habana. [s.n.]
- OPS Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. [Publicación periódica]// Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana. Washington, D.C.: [s.n.], Julio de 1997. Vols. No. ENV. 97-107.
- Portes, A. Castells, M. 1989. "The Policy Implications of Informality", en The Informal Economy: Studies in advanced and Less Developed Countries. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Md. 289 pp.
- Rastas L, Typical Leachate Does It Exist?. Department of Environmental Engineering Division of Waste Science & Technology. [Libro]. USA: [s.n.], 2002.
- Rodríguez. A. y J. A. Delgado. 1998. Plan Director de Residuos Sólidos de Ciudad de la Habana. Unidad Nacional de Salud Ambiental. MINSAP. Dirección de Planificación Ambiental y Servicios Comunales. MEP. pp 51.
- Serie Ambiental No. 15. 1995. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. p / diversas.
- Tchobanoglous G. Thiesen, and Vigil, S.A Integrated Solid Waste Management [Libro]. London: McGraw-Hill International Editions, 1993.

## VIII. ANEXOS

### Anexo N°. 1 Glosario de términos

**Almacenamiento de RS:** Acumulación de los residuos sólidos de una comunidad, en los lugares donde se producen los mismos o en los alrededores a estos, donde se mantienen hasta su posterior recolección. (NC 133/2002)

**Aprovechamiento:** Todo proceso industrial o manual cuyo objetivo sea la recuperación o transformación de los recursos o utilidades contenidos en los residuos.

**Biogás:** Conjunto de gases compuestos mayormente por el gas metano, que se genera al interior de la masa de residuos por la descomposición de la materia orgánica.

**Cobertura servicio de barrido:** Nivel de atención de servicios de barrido en un núcleo poblacional, calculado como la relación entre la extensión de vías barridas y la extensión total de vías pavimentadas, expresado en porcentaje. Excepcionalmente se podrá tener en cuenta vías no pavimentadas de zonas rurales.

**Cobertura servicio de recolección:** Nivel de atención del servicio de recolección de residuos en un núcleo poblacional, calculado como la relación entre la cantidad de residuos recogidos y la cantidad total de residuos generados, expresado en porcentaje.

**Cobertura servicio de transferencia:** Nivel de atención del servicio de transferencia de residuos en un núcleo poblacional, calculado como la relación entre la cantidad de residuos transportados a una estación de transferencia o centro de acopio y la cantidad total de residuos recolectados, expresado en porcentaje.

**Cobertura servicio de disposición final:** Nivel de atención del servicio de disposición final de residuos en un núcleo poblacional, calculado como la relación entre la cantidad de residuos llevados a un lugar de destino final (relleno sanitario, relleno controlado, vertederos a cielo abierto, cursos de agua) y la cantidad total de residuos generados, expresado en porcentaje.

**Estación de transferencia:** Instalación donde los residuos son transferidos desde vehículo de recolección más pequeños a vehículos más grandes para el transporte al lugar del vertido (vertederos). En muchas de las unidades de transferencia que se construyen hoy día, la separación y la compactación suelen realizarse.

**Gestión de residuos sólidos:** Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos en el ámbito nacional, regional o local.

**Incineración:** Proceso controlado por el cual los residuos combustibles sólidos, líquidos y gaseosos son quemados y convertidos en gases. El residuo obtenido contiene poco o nada de material combustible.

**Lixiviado:** Líquido filtrado a través de los residuos sólidos y otro medio. Contiene materiales extraídos, disueltos y suspendidos, algunos de los cuales pueden ser dañinos.

**Manejo de residuos sólidos:** Toda actividad técnica de residuos que involucre manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

**Materia orgánica:** Compuesto químico que tiene carbono combinado con otros elementos químicos. La materia orgánica puede ser de origen natural o antropogénico.

**Material biodegradable:** Compuesto que puede ser degradado o convertido a compuesto más sencillo por los microorganismos.

**Material ferroso:** Metales compuestos predominantemente de hierro. En el flujo de materiales residuales estos metales incluyen: latas, automóviles, refrigeradores, cocinas y otros electrodomésticos.

**Material no ferroso:** Metales que no contienen hierro. Entre los encontrados en los residuos sólidos se hallan el aluminio, el cobre, el latón y el bronce.

**Metano (CH<sub>4</sub>):** Gas inodoro, incoloro, asfixiante, e inflamable, producido a partir de residuos bajo la descomposición anaerobia.

**Planta de recuperación de materiales:** Instalación física utilizada para la separación complementaria y el procesamiento de residuos que han sido separados en orígenes.

**Pirólisis:** Forma de descomponer residuos combustibles mediante combustión en ausencia de aire.

**Reciclaje:** Actividad mediante la cual determinados residuos sólidos son separados, recogidos, clasificados y procesados para reincorporarlos a un ciclo doméstico, comercial o industrial.

**Reciclaje formal:** Proceso de reciclaje realizado directamente por el organismo encargado del servicio municipal de aseo urbano y/o por una empresa debidamente autorizada.

**Reciclaje informal:** Proceso de reciclaje realizado por segregadores en áreas públicas o lugares de disposición final.

**Recolección de residuos sólidos:** Traslado de los residuos sólidos en vehículos destinados a este fin, desde los lugares de almacenamiento hasta el sitio donde serán dispuestos, con o sin tratamiento previo. (NC 133/2002)

**Relleno sanitario:** Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente, el control de la proliferación de vectores y el manejo adecuado de gases y lixiviados, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

**Relleno controlado:** Lugar donde se efectúa la disposición final de los residuos sólidos, que aunque no cuenta con la infraestructura propia de un relleno sanitario, dispone de las condiciones mínimas para la compactación y cobertura diaria de los residuos.

**Residuos sólidos urbanos (RSU):** conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen utilidad práctica para la actividad que los produce, siendo procedentes de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en la comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas (ONN, 2002. NC 133:2002).

**Residuos sólidos municipales (RSM):** Materiales sólidos (de diferente naturaleza) provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (industria y artesanía) y los residuos resultantes de las podas y del barrido de calles de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales (Acurio y Rossin, 1997). "Material con alto potencial de ser reutilizado o procesado para nuevos usos".

**Separación en origen:** Separación de materiales de otros residuos mezclados en el punto de generación.

**Vertedero:** Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.

**Vertedero controlado:** Un método de ingeniería para la eliminación de residuos sólidos en la tierra, protegiéndolo de la salud pública y el medio ambiente.

## Anexo N°. 2 Elementos que explican la necesidad del Diagnóstico para la GIRSM.

¿QUÉ?	¿CÓMO?	¿PARA QUÉ?
Cultura-educación ambiental y voluntad ciudadana	Encuestas diseñada por especialistas para lograr el mayor grado de confiabilidad posible.	Evaluar costumbres y hábitos en la generación. Identificar tendencia de disposición para evaluar opciones de recolección y transporte. Conocer Inconformidades con el servicio, por sectores. Evaluar Voluntad ciudadana para el cambio. Diseñar campañas de comunicación.
Proyección demográfica	Actualización del registro de usuarios y catastro del municipio. Tasa de crecimiento poblacional histórica. Proyección futura.	Estimar y/o calcular la generación, disposición final. Planificar el servicio de recogida. Dimensionar instalaciones, depósitos y sitio de disposición final. Estimar tasa de recuperación para un nuevo sistema. (Recuperación-reciclaje-tratamiento)
Cobertura de los servicios	Preferiblemente una representación cartográfica, señalando puntos de recogida, itinerarios, frecuencia, etc.	Dimensionar del sistema de recolección y reciclaje. Determinar capacidad volumétrica para medios de recolección y transporte. Dimensionar la flota de vehículos adecuada para recolección y transporte.
Tasa de generación per cápita	(kg/día/hab)	Planificar el sistema de gestión. Dimensionar el sistema de recolección y reciclaje. Dimensionar Instalaciones y equipos.
Composición física	% fracciones: papel, cartón metales y otros.	Diseñar sistemas de aprovechamiento para diferentes fracciones. Dimensionar del sistema de tratamiento, recuperación y reciclaje. Investigar mercados y planificar ingresos a diferentes escalas de éxito
Densidad Aparente	Relación entre la masa y el volumen de los residuos sólidos. (Kg/m <sup>3</sup> )	Dimensionar del sistema de recolección y tratamiento. Determinar capacidad volumétrica para medios de recolección, transporte y disposición final
Humedad	Cantidad (%) de agua contenida en la masa de los residuos sólidos.	Seleccionar el tipo de tratamiento. Adquirir los medios y equipos de recolección. Evaluar velocidad de descomposición biológica de los materiales biodegradables.
Flota de equipos	Disponibilidad de equipos para la recogida-transporte y operación del vertedero. Especificaciones técnicas y operativas	Dimensionar rutas de recogida, frecuencia y horarios para el municipio. Distribuir de medios de transporte adecuados por vías de acceso, composición, volúmenes, distribución poblacional, distancias, etc.
Mercados para fracciones reciclables	Demandas por materiales. Precios del mercado. Localización	Asegurar que los materiales recuperados tengan un mercado razonable. Asegurar el gasto de recursos humanos y materiales. Estimar posible impacto ambiental del almacenamiento y reciclaje. Evaluar costos para transportación y reciclaje.
Recursos Humanos	Calificación del personal técnico y administrativo que atiende los servicios. Necesidad y disponibilidad para capacitación	Programar capacitación para operarios, técnicos y administrativos según necesidades. Crear nuevas fuentes de empleo para formas estatales y no estatales de producción.
Costos e ingresos	Cuantificar los gastos anuales por servicios, reales y estimados necesarios. Cuantificar ingresos por actividades comerciales relacionadas con los servicios.	Identificar partidas presupuestarias y formas de auto-sostenibilidad para los servicios. Identificar nuevas fuentes de ingresos para el municipio. Evaluar eficiencia del sistema contra satisfacción de las necesidades.

**Anexo N°. 3 Tabla comparativa para los métodos de recogida “puerta a puerta” y de “esquina”**

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Puerta a puerta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evita la contaminación asociada a puntos comunes.</li> <li>-No requiere de inversión en contenedores en la vía pública.</li> <li>-No hay lugar para la intromisión de buzos y/o animales en los residuos comunes.</li> <li>-Facilita la recogida selectiva y el estudio de generación.</li> <li>-Evita las típicas indisciplinas sociales sobre contenedores colectivos.</li> <li>-Beneficio indirecto en espacio público y en limpieza de las calles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Demanda respetar la frecuencia y horario establecidos para evitar acumulación en las aceras.</li> <li>-Exige de una fuerte campaña educativa para cumplir con los horarios establecidos por el municipio.</li> <li>-La forma de presentación es responsabilidad solamente del generador.</li> <li>-Requiere establecer un marco regulatorio municipal para hacer cumplir y controlar las prácticas sociales.</li> <li>-Mayor Desgaste mecánico para camiones y otros vehículos automotores.</li> <li>-Mayor tiempo de recorrido, lo que incide en la eficiencia económica.</li> <li>-No se presta para recogida nocturna.</li> </ul>
<b>De esquina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La población puede depositar los residuos en cualquier horario.</li> <li>-No exige de una campaña comunicativa por ser la práctica más tradicionalmente empleada.</li> <li>-Se pueden identificar contenedores específicos para la recogida selectiva.</li> <li>-Es responsabilidad del servicio público la presentación, limpieza y recogida de los RSM.</li> <li>-Se presta para establecer la recogida nocturna por el servicio de aseo, sin causar molestias a la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Más costosa por la inversión en contenedores especiales u otras modalidades constructivas.</li> <li>-Sensibles de saturación por inestabilidad en la recogida con los consecuentes impactos visuales y ambientales negativos.</li> <li>-Aparición de lixiviados por la descomposición de materia orgánica durante el almacenamiento en condiciones climáticas propicias de T y humedad.</li> <li>-Riesgo de acciones vandálicas y prácticas anti-higiénicas de buzos o animales parásitos.</li> <li>-Comprometen espacios público y la limpieza de las calles.</li> <li>-Exige a los obreros del aseo llevar instrumentos adicionales para la limpieza de los puntos o la recogida propiamente de la vía pública.</li> <li>-Requiere de una infraestructura de servicios adicional para garantizar el lavado y desinfección periódica de los contenedores.</li> </ul>

**Anexo N°. 4. Criterios para la selección de vehículos para transportación de RSM**

DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Impulsados por tracción animal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permiten el acceso a zonas de difícil topografía.</li> <li>- Velocidad de recolección adecuada.</li> <li>- Facilidad de control del equipo</li> <li>- Poca inversión</li> <li>- Menor dependencia tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos de alimentación de los animales de carga.</li> <li>- Poco radio de acción (<math>\leq 2</math> km)</li> <li>- Baja eficiencia económica; costo por tonelada.</li> </ul>
<b>Impulsados por tracción humana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca inversión</li> <li>- Permiten el acceso a zonas de difícil topografía.</li> <li>- Mínima dependencia tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidentes ocupacionales probables</li> <li>- Poco radio de acción (<math>\leq 2</math> km)</li> <li>- Baja eficiencia económica; costo por tonelada.</li> <li>- Dificultad para el control de vehículos en pendientes</li> </ul>
<b>Motorizados de pequeña y mediana capacidad (0.5 hasta 1.0 Tn)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor capacidad de carga</li> <li>- Mayor radio de acción</li> <li>- Bajos costo de reparación y mantenimiento</li> <li>- Mayor eficiencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de inversión inicial</li> <li>- Mantenimiento mecánico especializado</li> <li>- Mayores medidas precautorias para evitar diseminación de la carga</li> <li>- Gasto de combustible y piezas de repuestos</li> </ul>
<b>Vehículos especializados con gran capacidad (<math>\geq 1</math> Tn)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de compactación</li> <li>- Óptimo para rutas con grandes volúmenes</li> <li>- Mayor seguridad para operarios</li> <li>- Mayor eficiencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy costosos, inversión y mantenimiento</li> <li>- Mayor consumo de combustibles y piezas de repuestos</li> <li>- No accesible a calles angostas</li> <li>- Ruidosos</li> </ul>



## Anexo. N°. 5 Esquema de “Mejora continua” para la GIRSM

SITUACIÓN INADECUADA	ASPECTO	SITUACIÓN IDEAL	RESPONSABLES
Se desconocen los datos de catastro, cartografía urbana y de características de la generación de RSM.	Conocimiento del sistema	Datos de los últimos 2 años actualizados	Planificación física Encargado de aseo
No existe un Plan maestro ni plan de acción.	Planificación	Plan de acción en implementación.	Gobierno Municipal
Uso ineficiente del personal, falta capacitación y soporte legal regulatorio.	Administrativo y Legal	Alto nivel de eficiencia y capacitación del personal. Marco regulatorio adecuado.	Encargado de aseo Gobierno Municipal Autoridad ambiental
Bajo nivel de cobertura, eficiencia y seguridad del personal.	Recolección y transferencia	Alto nivel de eficiencia en el servicio y seguridad del personal.	Encargado de aseo Gobierno Municipal
No existe un estudio ni programa de reciclaje.	Reciclaje	El programa de reciclaje diseñado para la localidad está funcionando bien.	Gobierno Municipal Empresa de Reciclaje Encargado de aseo
Residuos en lugares públicos, ilegales, inapropiados y mal manejados.	Disposición final	Todos los residuos se depositan en relleno sanitario bien manejado	Gobierno Municipal Encargado de aseo
Morosidad en el pago, poca preocupación ciudadana y tarifas inadecuadas o nulas.	Participación y apoyo público	Participación popular activa. Tarifas adecuadas y elevada tasa de pago por sectores	Gobierno Municipal Encargado de aseo Autoridad ambiental Municipal

## Anexo N°. 6 Plantilla para diseño de un Sistema de GIRSM.

OBJETIVO	MODELO ACTUAL	MODELO PROPUESTO	ALTERNATIVAS	PROGRAMAS TRANSVERSALES
Reducción de los RSM	Generación incontrolada	Generación conocida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo sostenible.</li> <li>Reducción en origen.</li> </ul>	PARTICIPACIÓN
Aumento de la Reutilización		Separación en origen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dos bolsas de residuos (orgánico/inorgánico).</li> <li>Bolsa (orgánico)+Contenedores para materiales a reciclar (papel/cartón, vidrio, metal, plástico).</li> </ul>	
Ampliación del alcance de los servicios	Recolección y transporte	Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección única estatal.</li> <li>Recolección única “no estatal”.</li> <li>Recolección mixta.</li> <li>Recolección diferenciada y estaciones de transferencia (por ejemplo para vidrios por colores), etc.</li> </ul>	EDUCACIÓN
		Separación, procesamiento y transformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planta de clasificación y reciclado de orgánico.</li> <li>Planta de clasificación y reciclado de inorgánico.</li> <li>Planta de clasificación y reciclado de todos los materiales.</li> </ul>	INVESTIGACIÓN
Promoción de eliminación y tratamiento		Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estaciones de transferencia fijas con compactadores estacionarios y vehículos especializados.</li> <li>Estaciones de transferencia fijas con compactadores móviles y camiones/tractores con menor capacidad.</li> </ul>	FORMACIÓN
		Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estaciones de transferencia fijas con compactadores estacionarios y transporte por ferrocarril.</li> <li>Transporte por camión, tractor u otro.</li> </ul>	COOPERACIÓN
	Disposición final inapropiada	Disposición final segura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relleno sanitario manual.</li> <li>Relleno sanitario mecanizado.</li> <li>Incineración.</li> <li>Relleno sanitario e incineración</li> </ul>	