



Gobierno del Estado de Morelos

Consejería Jurídica

DECRETO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL ESTADO DE MORELOS.

Fecha de Aprobación	2010/06/15
Fecha de Publicación	2010/07/21
Vigencia	2010/07/22
Expidió	Gobernador Constitucional del Estado Libre y Soberano de Morelos. Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente 4822 Segunda Sección "Tierra y Libertad"
Periódico Oficial	

MARCO ANTONIO ADAME CASTILLO, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTÍCULOS 70, FRACCIONES XVII Y XXVI, Y 119, FRACCIÓN III, DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS, Y DE CONFORMIDAD CON LOS ARTÍCULOS 2, 3 Y 8 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS; 2, 4, 16, 17, 32, 36 Y 39 DE LA LEY ESTATAL DE PLANEACIÓN; 8, FRACCIÓN XVIII, DE LA LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ESTADO DE MORELOS, ASÍ COMO 9, FRACCIONES I Y II, Y 26 DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, Y

CONSIDERANDO

El Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012 contempla que un desarrollo económico sustentable debe considerar acciones que generen un entorno ecológico limpio; por ello, como parte de las políticas públicas con visión sustentable, en la presente Administración la política ambiental es concebida como una política transversal

para asociar el esfuerzo directo en esta materia, con la anhelada gobernabilidad y seguridad que dará paz y desarrollo.

Dentro de dicha formulación, conducción y evaluación de la política estatal es relevante la materia de residuos sólidos, aún cuando el control de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), por mandato constitucional corresponde a los municipios, quienes deben implementar las medidas necesarias para brindar a la población servicios de aseo urbano, entendiendo como tales a aquellos que aseguren la correcta gestión integral de los servicios de barrido, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU); además de prever programas de capacitación y concientización de la población.

Actualmente el Estado de Morelos tomando en cuenta las últimas cifras del INEGI cuanta con una población de 1,675,608 habitantes y tiene una generación de 1,842 ton/día de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), lo que implica una generación promedio de 1.1 kg./hab/día.

En lo que respecta a las características cuantitativas, se estima que el 51% de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son materia orgánica (restos de alimentos y jardinería) susceptibles de ser composteada, 29% son subproductos potencialmente reciclables, destacando el papel y el cartón 10%, Metal 2%, Plásticos 13% y vidrio 4% y el 20% restante de residuos misceláneos (pañal desechable, toallas sanitarias, papel higiénico, cerámica, material de construcción, entre otros).

Ante tal problemática y con fundamento en los artículos 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y 26 de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, se ha elaborado el presente Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos y Manejo Especial del Estado de Morelos, con la finalidad de proteger los recursos naturales y salvaguardar el medio ambiente, estableciendo para ello la gestión integral de los residuos sólidos, a través de una política ambiental estatal, en materia de residuos y planteando la misión, visión objetivos, fundamentos, principios, estrategias, acciones, estudios y proyectos.

Por lo antes expuesto, tengo a bien expedir el siguiente:

DECRETO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL ESTADO DE MORELOS.

Artículo 1. Este Decreto tiene por objeto la expedición del Programa de prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado, el cual forma parte del mismo, y es de observancia obligatoria para las dependencias y entidades públicas estatales, en el ámbito de sus respectivas competencias y conforme a las disposiciones legales aplicables.

Artículo 2. La Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, en ejercicio de sus atribuciones, será la encargada de promover, coordinar y concertar acciones con los sectores público, social y privado para el cumplimiento y ejecución, del presente Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

y de Manejo Especial del Estado de Morelos, conforme a lo previsto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley Estatal de Planeación y la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos.

Artículo 3. La Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente elaborará sus Programas Operativos Anuales, que incluirán los aspectos administrativos y de política económica y social correspondientes, los cuales servirán de base para la integración de los anteproyectos de presupuesto respectivo.

Artículo 4. La Comisión Estatal de Agua y medio Ambiente, con la intervención que corresponda de las dependencias, entidades de tres niveles de gobierno, evaluará periódicamente el avance del Programa de prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos, y realizará las acciones necesarias para el cumplimiento de sus objetivos, proponiendo en su caso las reformas a dicho Programa.

Artículo 5. La Secretaría de la Contraloría vigilará, en el ámbito de sus atribuciones, el cumplimiento de las obligaciones derivadas de las disposiciones establecidas en este Decreto.

Artículo 6. Para efectos de la difusión y consulta del Programa de prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos, se encontrará un ejemplar a disposición del público en general, en la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental de la Subsecretaría Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente, sita en Avenida Atlacomulco número 142, Colonia Acapantzingo, Cuernavaca, Morelos, C. P. 62440, en horario de las 9:00 a las 16:00 horas de lunes a viernes.

TRANSITORIOS

PRIMERO. Publíquese el presente Decreto por el que se expide el Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos, en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, órgano de difusión oficial del Gobierno del Estado de Morelos.

SEGUNDO. El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”.

TERCERO. Se derogan todas las disposiciones administrativas que se opongan al presente Decreto.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Estatal, en la Ciudad de Cuernavaca, capital del Estado de Morelos, a los quince días de junio de dos mil diez.

**EL GOBERNADOR CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS**

**MTRO. MARCO ANTONIO ADAME CASTILLO
EL SECRETARIO DE GOBIERNO
ING. OSCAR SERGIO HERNÁNDEZ BENÍTEZ
EL SECRETARIO DE FINANZAS Y PLANEACIÓN
LIC. JOSÉ ALEJANDRO JESÚS VILLARREAL GASCA.
EL SECRETARIO EJECUTIVO DE LA
COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE
LIC. FERNANDO BAHENA VERA.
RÚBRICAS.**

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL ESTADO DE MORELOS**

**ÍNDICE GENERAL
PROGRAMA ESTATAL**

CONTENIDO

- 1.- PRESENTACIÓN**
- 2.- PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA**
- 3.- VISIÓN, MISIÓN Y VALORES**
 - 3.1. Visión
 - 3.2. Misión
 - 3.3. Visión
- 4.- DIAGNÓSTICO**
 - 4.1. ANTECEDENTES
 - 4.2. Metodología
 - 4.2.1. Recopilación de Información Existente
 - 4.3.- Características Generales del Estado y sus Municipios
 - 4.3.1. Aspectos físicos
 - 4.3.2. Áreas Naturales Protegidas
 - 4.4. OBJETIVOS
 - 4.4.1. Objetivo General
 - 4.4.2 Objetivo Particular
 - 4.5. FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS
 - 4.5.1. Fundamentos del Programa Estatal
 - 4.5.2. Principios del Programa Estatal
 - 4.6. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL
 - 4.6.1. Legislación Federal en Materia de Residuos Sólidos
 - 4.6.2. Legislación Estatal en Materia de Residuos Sólidos
 - 4.6.3. Legislación Municipal en Materia de Residuos Sólidos
 - 4.6.4. Conclusiones
 - 4.7. DIAGNÓSTICO
 - 4.7.1.- Residuos Sólidos Urbanos
 - 4.7.1.1.- Generación
 - 4.7.1.2.- Composición

4.7.2.- Operación Actual por Procesos
4.7.2.1.- Costos de Operación
7.2.2.- Gerenciamiento del SAU
4.7.2.3.Aspectos sociales
4. 7.3.-Residuos de Manejo Especial
4. 7.3.1. Características de los Residuos de Manejo Especial
4. 7.3.2. Planeación y Organización para el Manejo y Gestión Integral de Residuos de Manejo Especial
4. 7.4.- Residuos Peligrosos
4. 7.5.-. Problemática
4.7.5.1.- Del manejo de los Residuos
4.7.5.2.- Ambiental
4.7.6.- Conclusiones
4.7.6.1.- Generación
4.7.6.2.- Del Sistema de Aseo Urbano
5. VINCULACIÓN FUNCIONAL DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2007-2012
5.1. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS
5.2. LÍNEAS DE ACCIÓN ESTRATÉGICA
5.3. ESTUDIOS Y PROYECTOS
5.4. FUENTES DE FINANCIAMIENTO
6. MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA
RESUMEN EJECUTIVO

ANEXOS

Anexo A. Leyes, Reglamentos y Normas
Anexo B. Parámetros de Planeación
Anexo C. Análisis de Mercado Potencial de Subproductos
Anexo D. Relación de Sitios de Disposición Final Registrados en el Estado
Anexo E. Relación de Empresas Prestadoras de Servicios para Manejo de RME
Anexo F. Relación de Empresas Generadoras de RME
Anexo G. Esquema General de Políticas, Estrategias, Acciones, Estudios y Proyectos
Anexo H. Evaluación de Alternativas de Tratamiento y Disposición Final
Anexo I. Fuentes de Financiamiento
Anexo J1. Análisis de la Factibilidad Técnica y Económica de los Sistemas de Manejo de RSU Regiones
Anexo J2. Infraestructura Fundamental para Estación de Transferencia
Anexo J3. Costos del Transporte
Anexo J4. Planos

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO 1

El proceso de formulación, aprobación y ejecución del Programa responde a los principios que emanan de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos, de

la Ley de Planeación (LP), la Ley Estatal de Planeación (LEP), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIRS), y la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos (LRSEM).

El presente programa se formula por iniciativa del Ejecutivo Estatal, quien con base en el artículo 8 fracción XVIII de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, a través de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) coordinó las actividades propias para su formulación, misma que realizó de conformidad con lo que se señala en el artículo 32 de la LEP y en él se refieren las prioridades para un desarrollo integral del estado y la coordinación que se debe establecer entre todas las dependencias que de una u otra manera están vinculadas con el manejo y gestión integral de los residuos. La coordinación abarca los tres órdenes de gobierno para alcanzar una mejor eficacia en las actividades que éstas desempeñan, así como la relación que se debe mantener con los grupos sociales que están interesados y comprometidos en la consecución de los objetivos y prioridades del programa.

Una vez aprobado por el Ejecutivo Estatal, se deberá cumplir con lo que se señalan en los artículos 42, 46 y 47 de la LEP, para alcanzar una coordinación efectiva. Asimismo, de conformidad con el artículo 36 de la Ley, y una vez publicado en el Periodico Oficial del Estado, éste, así como el Plan Estatal de Desarrollo, tendrán carácter de Reglamento de la referida Ley y, por lo tanto, será obligatorio para toda la Administración Pública del Estado.

Tal y como disponen los artículos 22 de la LP y el 28 de la LEP, el presente programa guarda congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, misma que se logra a través de la alineación de los ejes de política pública que se han considerado como rectores para avanzar hacia el Desarrollo Humano Sustentable.

Para asegurar dicha congruencia el presente Programa parte de identificar cuáles pueden ser los obstáculos que frenan el desarrollo en el estado y que pueden evitar el cumplimiento eficaz de los objetivos establecidos en los planes y programas de desarrollo de los tres órdenes de gobierno, alineados a través de sus ejes de políticas públicas rectoras.

En ese sentido en el Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012 se estableció en el rubro de agua y medio ambiente, el proteger y promover el aprovechamiento racional y sustentable del patrimonio ambiental y cultural, para garantizar el bienestar de las futuras generaciones previéndose en éste el proyecto de elaboración de un Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos.

La formulación del programa que se presenta se realiza con un proceso de planeación participativa y normativa que busca principalmente hacer posible aquello que se desea partiendo de una situación actual y planteando alternativas de solución a los posibles obstáculos que se presenten en el logro de nuestros objetivos.

De esta manera se formula el presente programa considerando en todo momento como núcleo del proceso de planificación la discusión, el análisis y la búsqueda del consenso con los grupos de interés, que busca definir, priorizar y asumir compromisos para realizar las acciones que les permita atender, de manera eficaz y eficiente, en el corto plazo urgencias que obstaculizan su bienestar, en el

mediano plazo mejorar su calidad de vida, y en el largo plazo sustentar su desarrollo como seres humanos y como únicos responsables de vigilar y mantener el equilibrio con su entorno natural.

De los crecientes problemas que aquejan al mundo, destaca el relacionado al agotamiento de los recursos naturales, este problema plantea el gran desafío de cómo conjugar el desarrollo económico con la preservación del ambiente. La respuesta ha sido el desarrollo sustentable, cuyo postulado central se basa en el equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y conservación de recursos. El desarrollo sustentable depende de la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la protección del ambiente, para lo cual, es necesario promover cambios en los modelos de consumo y producción, así como, establecer sistemas para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos, de manera tal que sean ambientalmente sustentables, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables.

El Estado de Morelos es un espacio rico en recursos bióticos, donde las múltiples vinculaciones entre los factores del medio físico han establecido la presencia de abundantes manantiales, suelos fértiles y un clima confortable, que enmarcan un ambiente favorable para el crecimiento constante y el desarrollo importante de los tres sectores de la economía.

Sin embargo estos procesos productivos y los requerimientos cada vez mayores de satisfactores para la población morelense, traen aparejados en las concentraciones humanas, la generación de residuos sólidos como resultado del metabolismo urbano y rural. En la actualidad esta situación crea un escenario no totalmente sustentable, debido principalmente por la imposibilidad de los ciclos naturales para absorber los impactos ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos.

Por lo anterior y desde hace algunos años, el tema de los residuos sólidos ha sido centro de diversas polémicas, con impactos atribuidos a las consecuencias ambientales y sanitarias de la modalidad de manejo y al marco regulatorio e institucionalidad vigente en esta materia. Sólo a modo de ejemplo, la detección de sitios inadecuados para la disposición final de residuos -incluso con alguna presencia de residuos peligrosos-, y la falta de valorización de los subproductos contenidos en los residuos, demuestran el riesgo para la salud pública y el ambiente y la pérdida de recursos naturales. Además de que el manejo inadecuado de los residuos tiene impactos presentes y futuros, ya que los problemas ambientales de hoy, se agrega la generación de pasivos ambientales, con altos costos en su reparación.

La evidencia derivada del diagnóstico fundamenta la necesidad impostergable de revertir esta situación y determinar su magnitud. Todo ello, con el propósito de, por un lado, generar conductas ambientalmente sustentables en el conjunto de actores involucrados y, por otro, contar con los instrumentos y capacidades para garantizar la prevención y control de los residuos que se generan en el Estado y aumentar su valorización.

De esta manera la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) responsable de la política ambiental del Estado de Morelos, de acuerdo a la facultad establecida en el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y

Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), 8 fracción XVIII y 26 de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, respecto al desarrollo de diversos instrumentos, uno de los cuales es la elaboración del presente Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, donde se establece la política ambiental estatal en materia de residuos y plantea la visión, misión, valores, objetivos, fundamentos, principios, lineamientos de acciones y presentan una visión de las políticas y estrategias en materia de residuos sólidos.

En este Programa Estatal se establecen asimismo, los elementos necesarios para la elaboración e instrumentación de los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

La política ambiental del Estado de Morelos en materia de residuos está basada en los fundamentos y principios de la prevención y gestión integral de los residuos, incorporando como temas principales la reducción, valorización, responsabilidad compartida y regionalización, asimismo, establece la necesidad de generar y publicar información objetiva y confiable en la materia; definir la responsabilidad compartida de todos los actores; una producción más limpia y el consumo sustentable; una coordinación intersectorial y principalmente la coordinación con los gobiernos municipales; el derecho a la información para toda la población y el fomento a la participación activa de los diferentes sectores de la sociedad.

PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA

CAPÍTULO 2

2.1. PARTICIPACIÓN SOCIAL

El programa que se presenta se formula considerando como pieza fundamental para el proceso de planeación adoptado la participación de la sociedad, entendiendo esta participación como un elemento que da validez a las propuestas, objetivos y acciones que emanen del Programa. Por esta razón, la participación social para la formulación del programa se lleva a cabo de una manera directa con los representantes de los grupos de interés involucrados, a través de reuniones de trabajo y talleres que permiten la discusión, el intercambio de ideas y propuestas, y siempre buscando el consenso de todas las partes.

Para la formulación del programa participaron los 33 municipios del Estado de Morelos y cumpliendo con lo dispuesto por los artículos 21 y 22 de la Ley Estatal de Planeación, el veintitrés de abril del dos mil diez se efectuó un foro temático en donde participaron representantes del sector social e iniciativa privada.

De esta forma, el programa se convierte en un instrumento de gestión que en sus diferentes esferas de competencia se constituye en un documento rector que oriente el quehacer institucional en materia de prevención y gestión integral de residuos.

VISIÓN, MISIÓN Y VALORES

CAPÍTULO 3

3.1. Visión

Que el Estado de Morelos sea un organismo líder autosuficiente, dinámico y moderno en la prevención y gestión integral de residuos sólidos, con la finalidad

de ofrecer a los morelenses y sus visitantes un ambiente sano, una mejor calidad de vida, un eficiente uso de los recursos y la preservación de los recursos naturales.

3.2. Misión

Coordinar las políticas, estrategias, programas, proyectos y normas para lograr un manejo integral eficiente de los residuos, a través de acciones organizadas y consensuadas con los municipios, para que se garantice la gestión integral sustentable de los residuos sólidos. Aplicando técnicas y conocimiento de vanguardia, en estrecha vinculación con instituciones federales y municipales y con la participación de los sectores social y privado.

3.3. Valores

Honestidad

Para el uso racional y la aplicación transparente de los recursos públicos.

Transparencia

Para garantizar el acceso a la información gubernamental y la rendición de cuentas.

Sensibilidad

Para escuchar, entender, atender y resolver las demandas de todos los morelenses.

Equidad

Para brindar a todos oportunidades de desarrollo.

Eficiencia

Para hacer uso eficiente de los recursos y entregar resultados oportunos a la sociedad.

DIAGNÓSTICO CAPÍTULO 4

4.1 Antecedentes

El Estado de Morelos es un lugar en donde se conjugan, por un lado la belleza natural con sus abundantes manantiales, tierras fértiles y un clima confortable a lo largo del año; y por otro un potencial turístico, agrícola e industrial. Es indudable que lo anterior convierte al Estado en un punto de atracción importante, desde el punto de vista turístico y como una fuente de empleo e inversiones. Desafortunadamente, el atractivo que presenta, está aparejado con impactos ambientales potenciales al aire, agua y suelo.

Claro está, que las presiones sobre el medio ambiente tienen muchos orígenes (en su mayoría de origen antropogénico), todas relacionadas con la actividad económica y social. Uno de los factores de mayor relevancia, sin dejar de lado a otros, es sin duda el manejo integral de los residuos, sin embargo cuando se desarrolla de manera inadecuada puede impactar sobre el aire, agua y tierra.

El Estado en 2005 contaba con una población de 1'612,899 (INEGI, 2005) de los cuales más del 60% se concentraba en siete municipios (Ayala, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Yauteppec) y el restante 40% en el resto de la geografía morelense. Aunado a esto, el Estado se ha convertido en un receptor importante de visitantes, principalmente los fines de semana.

Estimaciones de las autoridades estatales, en Morelos se generan alrededor de 1,870 ton/día de residuos sólidos urbanos (RSU) en sus 33 municipios. Muchas veces la falta de conocimiento y capacitación, la carencia infraestructura, el estrecho financiamiento y la ausencia de planeación, ha propiciado que los ayuntamientos trabajen de manera puntual (y la mayoría de las veces descoordinada) en el manejo de los RSU y los RME, lo que ha dado como resultado que en el área del manejo de estos, exista un claro abandono.

La situación anterior plantea el gran desafío de cómo conjugar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente. La respuesta a nivel global ha sido el desarrollo sostenible, cuyo postulado central se basa en el equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y conservación de recursos.

Las actuales deficiencias en la gestión de los RSU, se pueden corregir estableciendo una política estatal en materia de residuos clara, de manera tal que el sector se desarrolle con eficacia y con un uso óptimo de los recursos disponibles, y asuma, por una parte, la coordinación del conjunto de actores que participan en la gestión de los RSU y, por otra, hacerse cargo de aquellas materias de índole regulatorio e institucional que actualmente presentan áreas de oportunidad para su mejora.

En cumplimiento a los artículos 9 y 26 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente, preparó el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, que establece la política ambiental en materia de residuos y plantea objetivos, lineamientos, acciones y metas. En este programa estatal se establecen asimismo, los elementos necesarios para la elaboración e instrumentación de los programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial por parte del Estado de Morelos y sus Municipios.

La política ambiental actual en materia de residuos está basada en los principios de reducción, valorización, responsabilidad compartida y regionalización, así como en la prevención y gestión integral de los residuos que incluye entre otras cosas;

- ❖ Finanzas sanas, para lograr un servicio sustentable;
- ❖ Educación ambiental para integrar la participación de la sociedad;
- ❖ Comunicación social para conocer los beneficios de esta gestión;
- ❖ Marco legal sustentable.

Asimismo, establece la necesidad de generar y publicar información objetiva y confiable en la materia; definir la responsabilidad compartida de todos los actores; una producción más limpia y el consumo sustentable; una coordinación intersectorial y principalmente la coordinación entre los gobiernos estatales y municipales; el derecho a la información para toda la población y el fomento a la participación activa de los diferentes sectores de la sociedad.

4.2 Metodología

Para llevar a cabo la recopilación y generación de la información se realizaron las siguientes actividades:

- ❖ Recopilación y actualización de la información existente.
- ❖ Realización de cuestionarios a los usuarios del servicio de aseo urbano (SAU).
- ❖ Realización de cuestionarios y entrevistas a los encargados del SAU.

- ❖ Visitas de campo a los sitios de disposición final.
- ❖ Estudios de generación de RSU.
- ❖ Análisis de estudios previos en el área de RS en el Estado de Morelos.

4.2.1 Recopilación de Información Existente

El acceso a la información tuvo como principales fuentes los documentos oficiales estadísticos del INEGI, SEMARNAT, INE, CEAMA, Direcciones de Ecología (o Servicios Municipales en su caso) de los Municipios del Estado y documentos oficiales entregados por responsables del área; a partir de los cuales se realizó el diagnóstico sobre el manejo de los residuos en el Estado, a continuación se presentan los más importantes:

1. Estudios de Generación de los Municipios de Atlahuacan, Ocuituco, Yecapixtla y Tétela del Volcán.
2. Proyecto Ejecutivo y Manifestación de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de Cuautla.
3. Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario de Yautepec, Morelos (2001).
4. Estudio de Factibilidad para la Construcción de Relleno Sanitario de la Región Centro Sur de los Municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapán y Zacatepec (2007).
5. Estudio de Factibilidad para la Construcción de Relleno Sanitario de la Región Sur Oriente de los Municipios de Axochiapán, Jantetelco, Jonacatepec, Tepalcingo, Temoac y Zacapualpan de Amilpas (2007).
6. Estudio de Factibilidad para la Construcción de Relleno Sanitario de la Región Poniente de los Municipios de Coatlán del Río, Mazatepec, Miacatlán y Tetecala (2007).
7. Diagnóstico Municipal de Huitzilac y Plan de Regularización del Sitio de Disposición Final "El Tezontle" y Manifestación de Impacto Ambiental (2008).
8. Estudios de Generación de los Municipios de Ayala, Tepoztlán, Yautepec, Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan (En proceso, 2009).
9. Proyecto Ejecutivo de la Región Nor Oriente.
10. Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Cuautla (En Proceso, 2009).

4.3 Características Generales del Estado y sus Municipios

4.3.1 Aspectos físicos

Ubicación. El Estado de Morelos se localiza en la parte central del país, en la vertiente del sur de la serranía del Ajusco y dentro de la cuenca del río Balsas. Está situado geográficamente entre los paralelos 18°22'5" y 19°07'10" de latitud norte y 93°37'08" y 99°30'08" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Variadas son las alturas en el Estado, desde 3,000 metros sobre el nivel del mar, en los límites con el Distrito Federal, hasta los 850 metros en la parte de la región de Huaxtla. Colinda al norte con el Distrito Federal y el Estado de México; al sur con Guerrero; al este con Puebla; y al oeste con el Estado de México y Guerrero Superficie. La superficie del Estado es de 4,958 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 0.25 por ciento del total nacional, ocupando el décimo tercer lugar con relación a los demás Estados.

Orografía. En Tepoztlán, se encuentran alturas que van de los 3,000 a los 1,500 m; La parte norte está cubierta por las faldas de la serranía del Ajusco, las alturas más importantes son los cerros Zohuaquillo, Otlayucan, Quimixtepec, Chichinautzin, El Cematzin, El Yehualtecatl, y en la parte sur, el cerro Barroga con altura de 1,570 m. También hay zonas semiplanas que se localizan en la mayor parte del municipio; cubriendo el 54% del terreno y las zonas planas se localizan en el centro y sureste que abarca el 26% de la superficie.

El municipio de Huitzilac se encuentra ubicado dentro de una gran concentración montañosa donde sus alturas fluctúan entre los 3,250 y los 2,250 metros. Las zonas semiplanas se encuentran al norte y al centro, las zonas planas se hallan en pequeñas partes ubicadas en el centro formadas por pequeñas mesetas en lo alto de la sierra.

El municipio de Cuernavaca tiene la prolongación de los cerros del Ajusco, que forman lomeríos, cuyo tamaño depende de la dirección que tienen las principales barrancas que lo cruzan y que son: la barranca del Tecolote, la del Túnel o del Diablo y la de Amanalco.

La loma occidental es una prolongación de los cerros de Tétela y Atzingo que forman una serie de columpios que terminan en la barranca del salto.

Se presentan tres formas de relieve, zonas accidentadas que cubren el 24.2% del terreno, al centro, oeste y norte del municipio zonas semiplanas con una extensión de 70.7% del terreno, al centro-oriente del municipio y zonas planas que abarcan 5.1% del terreno al sureste y al suroeste del municipio.

En Temixco tiene alturas que van de los 1,200 a 2,300 metros, está formado por una serie de lomeríos que forman cuencas. En el municipio, se presentan 3 formas de relieve a saber: zonas accidentadas que cubren el 35% del terreno y se localizan al oeste; zonas semiplanas con una extensión de 45% del municipio ubicadas hacia el centro y el este; y las zonas planas que abarcan el 20% de la superficie en el este y el sureste del municipio.

En el municipio de Jiutepec, el terreno en su mayoría es plano, pero al norte con el nombre de Texcala de Tejalpa, en las depresiones de lava se encuentra la laguna de Acolapan, las aguas se resumen en el mismo lugar y van a aflorar en una grieta basáltica de San Gaspar.

Emiliano Zapata se encuentra dentro de la formación de las depresiones de los cerros de San Gaspar, El Monte Negro, Acatlipa y Tucumán; en su extremo norte esta el cerro pelón, en los dos grandes lomeríos que forman las barrancas de Tetecala y San Vicente existen planicies. Las zonas accidentadas cubren el 12% del territorio, las zonas semiplanas cubren el 8% y las zonas planas el 80%.

El municipio de Xochitepec se encuentra dividido orográficamente por algunas prominencias aisladas como los cerros de Xochitepec y el de Colotepec ambos al poniente y situados en la cota de los 1,250 m.s.n.m. En la parte sur se localiza el cerro de Atlacholoaya y la loma del mirador sobre la cota de los 1,000 metros. Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 25% de la superficie, las áreas semiplanas el 33% y las planas abarcan aproximadamente el 41%; las zonas accidentadas se localizan en la parte central oeste y sureste del municipio principalmente y están formadas por los cerros de Colotepec, El Jumil, Las Flores, Acatlipa y la corona. Las zonas semiplanas se localizan en el este y sur del municipio.

El municipio de Ayala forma parte de los perfiles valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son el Matitica, El Aguacate, el Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan alturas de 1,500 m.s.n.m. Existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del río Cuautla, al oriente se ubican los cerros de la iglesia vieja de Tlayecac y el llamado de San Juan Jaloxtoc.

En el municipio de Cuautla se presentan tres formas características de relieve, que son las accidentadas en la parte sur o poniente del municipio, conformadas por cerros aislados en estas zonas; las semiplanas en el oriente, por los lomeríos que ahí se encuentran, y las zonas planas en la parte centro-norte y sur, ocupando mas del 60% de la superficie total del municipio.

El municipio de Atlatlahucan está asentado en una serie de eminencias formadas por barranquillas que separan los lomeríos del municipio.

Dentro del territorio municipal de Totolapan se localizan los cerros: Huistomayo, Coatepec, Loreto, Mirador, Partido, Tezoyo, Sta. Bárbara, Chiconquiauhtl y el Tepemapa. Algunos de ellos se encuentran poblados como por ejemplo el cerro de Sta. Bárbara.

La conformación orográfica del municipio de Tlayacapan se presenta en tres formas que son: Zonas accidentadas que abarcan el 15.23% de la superficie, localizándose al oeste del municipio; las zonas semiplanas localizadas en el centro y norte del municipio abarcando 44.66% superficie; por último las zonas planas que se encuentran al centro y sur del municipio en su relieve destacan los cerros de Ayotzin de 2,124 metros de altura, el Citlaltépetl de 1,850 metros, el Sombrerito y el de Tepetlixpa de 1,850 metros de altura, que forman parte de la cordillera del sur de Ajusco.

El municipio de Tlalnepantla se localiza en la cordillera del Ajusco, los principales cerros son: Otlayucan, con una altura de 3,000 metros, El Tecaño con 2,500 metros, el de los pilares y el de Ometuzco con igual altitud. Estas zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 16% de la superficie, las áreas semiplanas, el 78% y las planas el 5% del territorio municipal; las zonas accidentadas se localizan en varias regiones del centro del municipio.

El poniente, oriente y la mayor parte en el sureste del mismo están formados por cerros y una porción del cerro Tepoztlán. Las zonas semiplanas se localizan en la totalidad de la superficie del municipio y las zonas planas en la parte norte, oeste y sureste.

Al oriente del municipio de Yautepec está la cordillera del cerro de las Tetillas que alcanza 1,634 metros de altura, igualmente se encuentra el cerro del Pericón con 1,500 metros; al sur se localiza el cerro de Montenegro de 1,600 metros; al poniente el cerro de la iglesia vieja con 1,200 metros y el cerro de Calderón que separan los valles de Amilpa y de Yautepec.

Las zonas accidentadas cubren el 14% del territorio al poniente y al sur; las zonas semiplanas con el 25% al norte, poniente y parte del sur, y las zonas planas en el centro con el 60%.

Jojutla es un municipio de valles fértiles, las zonas planas abarcan el 65% del territorio y se localizan al norte y centro del municipio. Las zonas semiplanas abarcan el 27% y las zonas accidentadas al sur de la cabecera municipal cubren el 8% del territorio.

Al norte del municipio de Puente de Ixtla se encuentra el cerro de Zacatal con altura de 1,200 m. Al sur están los cerros de la mezquita con 1,500 m, prolongándose hasta el cerro de Tilzapotla o cerro Frío, que alcanza una altura de 2,260 m, la sierra de San Gabriel, sirve de límite entre los estados de Guerrero y Morelos.

En Tlaltizapán las zonas accidentadas ocupan el 17% del territorio al norte de la cabecera municipal y sureste del municipio; las zonas semiplanas con extensión del 37% del territorio municipal, en las faldas de los cerros, y lomeríos al sureste y las zonas planas abarcan el 46% al centro del municipio.

La orografía de Tlalquitenango domina las alturas de Santa María, las elevaciones de El Guajolote, el de Huautla con una altura de 1,642 m, el de Palo Verde, el de Tierra Verde, el de la Ciénega, el Limón y los que limitan con el estado de Puebla y municipio de Tepalcingo conocidos con los nombres de: Tetillas, Picacho del Encierro, Temascales y cueva de San Martín. Las zonas accidentadas alcanzan el 44%, al centro y sur del municipio; las zonas semiplanas ocupan el 38% del territorio; las zonas planas representan el 18% de la superficie.

El municipio de Zacatepec no tiene áreas accidentadas, ya que se localiza en un valle sólo cuenta con el cerro de la Tortuga y Tetelpa.

La orografía de municipio de Yecapixtla forma parte de las depresiones del sistema orográfico del Popocatepetl, bajando de 5,492 que es su cima. La máxima altura dentro del municipio de Yecapixtla es el cerro de Achichipico que tiene 2,110 metros de altura y el cerro del mirador, con 1,882 metros.

La orografía de Ocuilco la comprenden las elevaciones de Achichipico, Metepec, de Jumiltepec, el mirador y el Alcualón. Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 30.2% de la superficie total. Las zonas semiplanas se localizan en el sur del municipio; y las zonas planas al este, sur y oeste de la entidad.

El municipio de Tétela del Volcán pertenece al sistema formado por la cordillera del volcán de Popocatepetl, cuya cima llega a los 5,452 metros. Las alturas más importantes localizadas en el municipio, son: el cerro de Zempoaltépetl, que tiene 5,250 metros; le siguen en importancia el cerro Del Gallo con 2,750 metros y el de La Mina, al norte de la cabecera municipal. Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 70 por ciento de la superficie municipal, éstas se encuentran en la parte sur y sureste, así como en la parte oeste y noroeste del municipio. Las zonas planas se localizan en la parte suroeste, así como en la parte oeste y noroeste del municipio.

El municipio de Axochiapan, se encuentra localizado en un valle que está cruzado por barrancas y está constituido por una corteza difícilmente laborable, la estructura geológica reporta grandes sedimentos de arrastre con conglomerados, predominando diversas calidades de arenas.

Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 12.2% y se localizan en el extremo sureste del municipio, principalmente están formadas por cerros cercanos a las localidades de Joaquín Camaño y Ahuaxtla, las zonas semiplanas en el resto del municipio.

El municipio de Tepalcingo, tiene zonas accidentadas que abarcan el 50% del territorio, además de tener áreas montañosas, entre las que destacan los cerros del Cacalote, del Jumil y el de Tesquican que llegan a una altura de 1,500 m. Sin

embargo, la elevación más importante es cerro Frío que tiene una altura de 1,700 m. En la cota de los 1,450 m., se encuentran los cerros Margarita y Melonar, en los 1,400 m. A 1,250 m. encontramos a los cerros Olicornio, El Diablo, El Mogote, Pápalo, Pericón, La Bolita, Mesa de los Cuilotes, Coachic, La Zapatera, Las Pilitas, la loma larga de Tlacotzingo y Mozochu. Las zonas planas se encuentran en la parte central.

El municipio de Jonacatepec, se caracteriza por que el 86% del territorio es semiplano y en 5.2% existen zonas accidentadas, localizándose en ellas el cerro de Tenango o El Gordo que mide 1,500 m. Los cerros del Mirador, Colorado y la Playa.

El municipio de Jantetelco se encuentra ubicado entre lomeríos y barrancas de arrastres sedimentarios, en la parte central destacan los cerros de Jantetelco que alcanza una altura de 1,878 m. y el de Chalcatzingo con 1,570 metros. El resto del territorio está formado por planos sedimentarios.

El municipio de Zacualpan de Amilpas, se caracteriza por estar en las cercanías del Popocatepetl y entre lomeríos, con barrancas profundas y encajonadas, los suelos son todos volcánicos de tipo eruptivo.

El municipio de Temoac, tiene las mismas características del municipio de Zacualpan de Amilpas.

Amacuzac en la parte sur limita con la sierra de Ocotlán también llamada cerro Frío, sus alturas principales son: El cerro del Veladero, el Sombrerito y el Picacho sobre la cota de los 1,250 msnm. que se localizan al poniente del municipio, al norte de Teacalco se encuentra el cerro de los Ajonjolines y los corrales sobre la cota de los 1,259 msnm.

En Coatlán del Río sobresalen los siguientes cerros: Cuauché con 1,500 m, Otlaltepec de 1,750 m; Quiaque de 2,400 m; San Gaspar de 2,000 m; tinaja con 1,500 m; del gigante Ponxitepec, donde se encuentran las grutas de Cacahuamilpa, el resto del municipio es de grandes lomeríos.

Al norte del municipio de Miacatlán se localizan las montañas del fraile y el picacho; en la parte media se localizan los cerros de Tepetzingo, los Cuilotes y el cerro Alto, todos entre alturas de 2,000 y 2,250 metros. El cerro de Cuauchi sobre 2,000 metros de altura y el de los perritos 1,700 metros. El 8% del territorio municipal son zonas accidentadas y las zonas semiplanas ocupan el 45%.

En Tetecala sobresalen los cerros del Jumil, los Catalanes y las Cruces, el 40.7% son zonas accidentadas, el 3.5% son áreas semiplanas y el 57.3% son áreas planas. Las zonas planas se localizan entre los valles que corren de noreste a sureste de la localidad de Tetecala, alrededor de Contlalco y oeste de Cuautla.

Mazatepec tiene áreas accidentadas en 6%, semiplanas en 3% y las planas en 83%, sobresalen los cerros del Jumil, Chiquito, Los Coyotes y prominencias cercanas al ojo de agua de Cuauchichinola.

Clima. En el municipio de Huitzilac el tipo de clima es subtropical, húmedo con invierno bien definido, registra una temperatura media anual de 11.8°C y con una precipitación pluvial media anual de 800 a 1000 milímetros.

En el municipio de Cuernavaca la temperatura media es de 20°C, la mínima absoluta baja de 1°C, con una precipitación pluvial anual de 1,096 milímetros, la época más intensa de lluvia es de junio a octubre y representa 1,001 milímetros.

En el municipio de Temixco se cuenta con dos tipos de clima que son el templado-subhúmedo y el semicálido-subhúmedo, registra una temperatura media anual de 17.25°C con una precipitación pluvial media anual de 946 milímetros y el período de lluvias es de junio a octubre.

En el municipio de Jiutepec la media temperaturas es de 21.2°C con una precipitación pluvial de 1,021 milímetros al año y el temporal de lluvias es entre los meses de junio y octubre.

En el municipio de Emiliano Zapata el clima es de tipo subtropical-húmedo caluroso, con una temperatura media anual de 21°C, precipitación media de 894 milímetros y el período de lluvias es de junio a octubre.

En el municipio de Xochitepec se tiene un clima templado caliente-semiseco con invierno poco definido y la mayor sequía al final del otoño, invierno y principios de primavera, registra una temperatura media de 23.7°C; con una precipitación pluvial de 840 milímetros anuales y el período de lluvias es de junio a octubre.

En Tepoztlán se tiene un clima cálido-subhúmedo, registra una temperatura media de 18°C, con una precipitación pluvial de 1,384 mm anuales y el período de lluvias es de mayo a octubre.

En el municipio de Ayala el tipo de clima es subtropical húmedo, registrando una temperatura media de 20°C y una precipitación media anual de 800 milímetros.

En el municipio de Cuautla el clima es semicálido y semiseco con invierno poco definido y las épocas de sequía son al final del otoño, invierno y principios de primavera, teniendo un clima según clasificación general subtropical húmedo caluroso. La temperatura media de este municipio es de 21°C la media máxima de 34.5°C, la máxima 45°C, la media mínima de 11.9°C y la mínima absoluta de 3.5°C. La precipitación pluvial se ubica entre los 800-1,000 mm.

En el municipio de Yautepec la temperatura media es de 22.7°C, el tipo de clima es cálido-subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación pluvial anual de 945.7 milímetros.

En el municipio de Totolapan el tipo de clima es templado-subhúmedo, con una precipitación pluvial de 959 milímetros, la temperatura media anual es de 17.4°C.

En el municipio de Atlatlahucan se cuenta con un clima semicálido, registra una temperatura media anual de 20°C, con precipitación pluvial de 1,005 milímetros.

En el municipio de Tlayacapan el clima es de tipo semicálido, con una temperatura media anual de 19.3°C, precipitación media de 913 milímetros.

En el municipio de Tlalnepantla, se tienen dos tipos de clima que son templado subhúmedo y semifrío, registra una temperatura media anual de 17°C, con una precipitación pluvial media anual de 2,341 milímetros.

El clima de Yecapixtla es húmedo-semicálido, con lluvias en los meses de junio octubre, la temperatura promedio es de 19.6° C. La precipitación pluvial es de 800 a 1000 mm. Yecapixtla tiene un clima templado con tendencia fría en la parte norte y cálido en la parte sur.

El municipio de Ocuituco tiene un clima subtropical-húmedo, registra una precipitación anual de 2,472 milímetros y su período de lluvias es entre los meses de junio a octubre. Tiene una temperatura media de 18 °C a 22 °C.

El clima de Tétela del Volcán es húmedo y frío con invierno seco, con excepción de la parte norte, cuyo clima es típicamente de montaña. Se caracteriza por frecuentes precipitaciones nublosas y de carácter tempestuoso, generalmente

acompañados de granizo. La precipitación pluvial es de 2,341 milímetros por año y el periodo de lluvias es de junio a octubre. La temperatura media oscila entre los 14° a los 18°C.

Amacuzac tiene un clima cálido-subhúmedo a una temperatura media anual de 25°C y la del mes más frío 18°C, presenta lluvias en verano con una precipitación del mes más seco con 60 mm. y un promedio anual de 1,187 mm.

Coatlan del Río, el clima es subtropical-húmedo, caluroso y tropical con invierno indefinido, con sequía en el otoño, invierno y principios de la primavera. Se tiene una precipitación media de 967 mm al año, las temperaturas máximas que se presentan son de 34 grados, la media de 24 grados y la mínima de 14 grados.

En Miacatlán predomina el clima subtropical húmedo caluroso, con temperatura media anual de 22.5°C, precipitación media de 1,112 mm al año. La lluvia se presenta de junio a octubre. La evaporación media es de 2,203.8 mm por año.

En Tetecala predomina el cálido-subhúmedo, con precipitación pluvial de 981 mm anuales, se presenta sequía en marzo, abril y mayo. El período de lluvias es de junio a octubre y se registra una temperatura media anual de 24.6°C.

En Mazatepec predomina el clima subtropical-húmedo caluroso y el tropical con invierno poco definido y sequía en el otoño, invierno y principio de la primavera. La temperatura media es de 23.6°C y la precipitación pluvial es de 1,194 mm anuales.

En Axochiapan predomina el clima cálido seco, con invierno poco definido con un período de lluvias comprendido de junio a octubre. La temperatura media es de 24°C y la precipitación pluvial de 894.2 mm anuales.

En Tepalcingo predomina el clima tropical, con un período de lluvias comprendido de junio a octubre. La temperatura media es de 23.6°C y la precipitación pluvial de 942.9mm anuales.

En Jonacatepec predomina el clima tropical, con un período de lluvias comprendido de junio a octubre. La temperatura media es de 22.3°C y la precipitación pluvial de 870 mm anuales.

En Jantetelco predomina el clima semiseco y semicaliente, con invierno poco definido. La temperatura media es de 22°C y la precipitación pluvial de 988 mm anuales.

En Zacualpan predomina el clima semicálido-húmedo. La temperatura media es de 19.7°C y la precipitación pluvial de 943 mm anuales.

En Temoac predomina el clima semicálido húmedo con lluvias en los meses de junio a octubre. La temperatura media es de 19.7°C y la precipitación pluvial de 943 mm anuales.

En el municipio de Jojutla el clima es cálido la mayor parte del año, pueden registrarse temperaturas por encima de los 30°C los meses de abril, mayo y junio, siendo de 27° C en promedio, en noviembre, diciembre y enero se registran las temperaturas más bajas que no descienden de los 18°C. La temporada de lluvia regularmente inicia junio y se prolonga hasta septiembre. La precipitación pluvial es de 917 mm al año.

Puente de Ixtla presenta un clima semi-seco y cálido con invierno poco definido, con mayor sequía a finales de otoño, invierno y principios de primavera, registra una temperatura media anual de 25°C, con una precipitación anual de 930 milímetros y las lluvias se presentan en los meses de mayo hasta septiembre.

El municipio de Tlaltizapan tiene un clima subtropical y húmedo caluroso con invierno poco definido, con la mayor sequía al final del otoño, invierno y principios de primavera. La temperatura media anual es de 23.5°C con una precipitación pluvial de 840 milímetros anuales y el periodo de lluvias comprende del mes de junio a octubre.

En el municipio de Tlaquilenango existen dos tipos de climas uno semiseco–semicálido y el otro semiseco–cálido, invierno poco definido, con la mayor sequía al finalizar el otoño, en invierno y principios de primavera. Las temperaturas oscilan entre los 15 y 35°C, la precipitación pluvial anual es de 909.8 mm.

En el municipio de Zacatepec se disfruta de un clima semi-seco y cálido, con invierno poco definido, sequía a fines de otoño, invierno y principios de primavera, registra una temperatura media anual de 24.5°C, con una precipitación anual de 920 milímetros y con un periodo de lluvias de junio a octubre.

En general se puede decir que en el Estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climáticos: Cálido-subhúmedo, semicálido-subhúmedo, templado-subhúmedo, semifrío-subhúmedo y frío.

El clima cálido-subhúmedo abarca aproximadamente el 78% de la superficie de Morelos, se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C, con lluvias en verano y una precipitación del mes más seco menor de 60 mm. En este tipo de clima se presenta la vegetación que domina la entidad que es la selva baja caducifolia.

En el clima semicálido-subhúmedo, se localiza en una franja hacia el norte del estado y comprende aproximadamente un 13% de su superficie. Presenta una temperatura media anual entre 18° y 22°C, con lluvias en verano, una precipitación media anual de 800 a 1,500 mm, la precipitación máxima ocurre en junio, siendo febrero y diciembre los de menor precipitación.

El clima templado-subhúmedo, cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se localiza en los municipios del norte como: Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan, Tétela del Volcán y parte de Cuernavaca, Tepoztlán, Ocuituco, Tlayacapan y Miacatlán.

Dichos Municipios se encuentran entre 1,600 y 1,800 msnm, con temperaturas medias anuales de 10°C a 15°C y con una precipitación de 1,200 a 1,500 mm anuales. En Morelos, los bosques mixtos de pino y encino se desarrollan en este tipo de clima.

El clima semifrío-subhúmedo se localiza en pequeñas zonas de la entidad, en los límites con el Distrito Federal, con el Estado de México y Puebla, cubren solamente una superficie estatal aproximada del 2%. En este tipo de clima se distribuyen los bosques de coníferas y praderas de alta montaña.

Clima frío, se presenta en las partes altas del Popocatepetl que le corresponden a la entidad. Se caracteriza por tener una temperatura media anual menor de 5°C y con alta incidencia de heladas. Le corresponde una vegetación dominante de zacatonal y pradera alpina.

Regionalización Ecológica. En el Estado de Morelos se encuentran en total 130 unidades ecológicas, de las cuales 79 son diferentes entre sí. El 45% de la superficie estatal está ocupada por unidades ecológicas agrícolas y el resto (55%) por unidades ecológicas forestales.

Eje Neovolcánico

Esta provincia cubre la mayor parte del Estado, desde el norte al sureste. Limita al sur y occidente con la cuenca del Balsas, que es una subprovincia de la Sierra Madre del Sur.

Estratigrafía. Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico dentro del estado de Morelos son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas), que afloran al oeste de Huitzilac y datan probablemente del Terciario Medio; contemporáneo a estas rocas aflora al noroeste de Tepalzingo un pequeño cuerpo intrusivo.

Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos.

Geología económica. En esta provincia se realiza la única explotación de minerales metálicos que existe en el Estado. Se localiza en la población de Huautla, se obtienen sulfuros de plata y plomo. El yacimiento es de origen hidrotermal y se presenta en forma de vetas que arman en rocas andesíticas terciarias. Las vetas tienen longitudes de aproximadamente 900x1 m de espesor.

Los materiales volcánicos, que abundan en esta provincia, son en su mayoría susceptibles de aprovechamiento y suelen ser utilizados como material de construcción; destaca el tezontle, que se explota en numerosos bancos. Dicho material se usa en acabados de obras y vías terrestres así como en el agregado de concretos ligeros en la fabricación de tabicón.

Sierra Madre del Sur

Esta provincia cubre la porción central y suroeste del estado y limita al norte y oriente con el Eje Neovolcánico.

Estratigrafía. Es en esta provincia donde afloran las rocas más antiguas de Morelos, que son las del Cretácico Inferior, litológicamente están clasificadas como calizas de ambiente marino.

El Cretácico Superior está representado por una secuencia interestratificada de areniscas y lutitas. Del Cenozoico afloran tanto rocas sedimentarias clásticas como rocas volcánicas que cubren discordantemente a las rocas del Cretácico. Son característicos de esta provincia algunos hundimientos de zonas cavernosas (dolinas), debidos a la disolución de las rocas calcáreas.

Geología Económica. En esta provincia han prosperado varias industrias que se dedican a la explotación de las rocas carbonatadas, las cuales son utilizadas como materia prima en la fabricación de cemento y calhidra, como material de construcción para mampostería y acabados y, en algunas partes, como balasto de las vías férreas.

Las rocas sedimentarias (arenisca-conglomerado) son explotadas en afloramientos cercanos a la ciudad de Cuernavaca donde se separan mecánicamente arenas y gravas, las cuales se emplean después en la construcción como agregados del concreto y como relleno.

En el área de Juitepec existe una concentración de numerosas empresas que explotan y producen materiales de construcción de diferentes tipos, tales como cemento, calhidra, mortero, acabados y triturados para el concreto.

Características y Uso de Suelo. Desde el punto de vista fisiográfico, Morelos pertenece a la provincia del Sistema Volcánico; particularmente, a la vertiente que se vincula con la depresión del Balsas. La porción septentrional del estado de Morelos está constituida en su mayor parte por rocas extrusivas del Cenozoico, la porción meridional se integra generalmente por sedimentos marinos cretácicos, depósitos continentales y rocas volcánicas cenozoicas.

Las topoformas, junto con la geología, son los parámetros que más ayudan de manera primaria a determinar los límites regionales y las formas de relieve. La identificación de los relieves iniciales y secuenciales ponen de manifiesto las características del suelo, clima, roca y vegetación.

La clasificación geomorfológica contempla los tipos de relieve en función de su origen geológico y su composición petrológica y estructural; además, toma en cuenta la configuración de la superficie, la altimetría (topografía) y la naturaleza de los procesos gradativos que determinan el paisaje.

La geomorfología de Morelos se puede definir de la manera siguiente:

A. Relieve Endógeno

- Volcánico acumulativo
- De conos cineríticos
 - De coladas lávicas y domos
 - De laderas lávicas

B. Relieve Endógeno Modelado

- De ladera volcánica, con erosión fuerte constituida por brechas y tobas.
- De ladera volcánica, con erosión de moderada a fuerte, constituida por rocas.
- De ladera volcánica, con erosión leve.
 - Constituida por coladas.
 - Constituida por piroclastos.
- De montañas de plegamiento.
- De intrusiones exhumadas erosionadas.

C. Relieve Exógeno

- Acumulativo de planicie aluvial.
- Acumulativo erosivo.
 - De piedemonte.
 - De montañas y lomeríos residuales.
 - Erosivo de karst, o erosivo kárstico

De acuerdo con esta clasificación, se determinan seis regiones físicas para Morelos, que son: Norte, Sur, Este, Oeste, Centro y Cuernavaca. Sus topoformas más representativas, son las siguientes:

- ❖ La Norte corresponde al relieve endógeno volcánico acumulativo Cenozoico del sistema volcánico.
- ❖ La Sur abarca el relieve endógeno acumulativo modelado del complejo volcánico oligomiocénico.
- ❖ La Este está constituida por el relieve exógeno acumulativo erosivo Cenozoico del piedemonte del Plan de Amilpas.
- ❖ La Oeste se ubica en la depresión relativa ocupada por el relieve exógeno acumulativo de planicie aluvial del Cuaternario.

- ❖ La Centro se localiza en el relieve endógeno modelado de montañas de plegamiento cretácicas.
- ❖ La de Cuernavaca y sus alrededores se consideran como una unidad. Se sitúa en el Glacis de Buenavista del Terciario, que se conceptúa como relieve exógeno acumulativo de piedemonte.

Para efectos de la ordenación y regulación del aprovechamiento del suelo y de las construcciones en el territorio del estado de Morelos, los usos y destinos del suelo se clasifican en: habitacional, servicios, industriales, áreas verdes y espacios abiertos, agrícola, pecuario y forestal e infraestructura.

Los usos y destinos del suelo habitacional se clasifican en: Habitacional unifamiliar, habitacional bifamiliar (dúplex), habitacional plurifamiliar horizontal, habitacional plurifamiliar vertical, vivienda progresiva, lotes y servicios.

Los usos y destinos del suelo para servicios se clasifican en: Administración, comercio, salud, educación y cultura, recreación, alojamiento, seguridad, mortuorios y comunicaciones y transportes.

Los usos y destinos de los suelos industriales se clasifican en: Industria pesada, industria mediana, industria ligera y microindustria.

Los usos y destinos de los suelos para áreas verdes y espacios abiertos se clasifican en: Plazas y explanadas, parques y jardines y aprovechamiento de barrancas.

Los usos y destinos de los suelos agrícolas, pecuarios, forestales se clasifican en: Bosques, pastizales, hortalizas o huertos, viveros o invernaderos, agroindustrias, instalaciones agropecuarias, establos, caballerizas y granjas.

Los usos y destinos de los suelos para la infraestructura se clasifican en: Subestaciones eléctricas, torres y antenas; tanques de almacenamiento de agua potable; pozos de agua potable y sus instalaciones; plantas de tratamiento de aguas negras y plantas de tratamiento de residuos, rellenos sanitarios.

Áreas Naturales Protegidas

Tabla 4.3. Áreas Naturales Protegidas en Morelos de Carácter Federal

Nombre	Categoría	Fecha de Decreto	Superficie total	(Has) En el Estado	Municipios	Ecosistema
El Tepozteco	Parque Nacional	22 enero de 1937	24,000	22,000	Tepoztlán (Mor) y Delegación Milpa Alta (D.F)	Ecosistema de Transición, Bosque de Pino-Encino y Bosque de Oyamel
Lagunas de Zempoala	Parque Nacional	19 mayo de 1947	4,790	3,965	Huitzilac (Mor) y Ocuilán de Arteaga (Edo. Mex.)	Bosque de Coníferas
Iztaccihualt-Popocatepetl	Parque Nacional	29 octubre de 1935	25,679	700	Huitzilac, Tepoztlán, Jiutepec, Yauhtepec, Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan	Bosque de Pino-Encino y Bosque de Oyamel
Corredor Biológico Chichinautzin	Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre	28 noviembre de 1988	37,302	37,302	Tétela del Volcán (Mor), Edo. De Mex. Y Puebla	Bosque de Pino-Encino, Bosque de Oyamel y Selva Baja Caducifolia
Sierra de Huautla	Reserva de la Biósfera	08 septiembre de 1998	59,030	59,030	Tlaquitenango, Tepalcingo, Jojutla, Amacuzac y Puente de Ixtla	Selva Baja Mediana Caducifolia, Bosque de Encino y Selva Baja Subcaducifolia
		TOTAL	150,801	122,997		

Corredor biológico Chichinautzin. El corredor biológico se encuentra en la zona noroeste del Estado de Morelos; en su territorio se incluyen los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Yautepec y parte del sur del Distrito Federal. Sus coordenadas extremas 18° 50'30" y 19° 05'40"N; 98° 51'50" y 99° 20'00"W. La porción de superficie dentro del Estado de Morelos es de 37,302.40 ha.

Reserva de la Biósfera de Huautla. Se encuentra ubicada al sur del Estado, en los municipios de Tlaquiltenango, Tepalcingo, Jojutla, Amacuzac y Puente de Ixtla, colindando con el Estado de Guerrero al oeste y suroeste, y con el Estado de Puebla al este y sureste. Sus coordenadas extremas son 18° 20'10" y 18° 34'20" N; 98° 51'20" y 99° 08'15" W. Cubre una superficie de 59,030 ha.

Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Se encuentra en la confluencia de los límites de los Estados de México, Puebla y Morelos; en este último dentro de los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Jiutepec, Yautepec, Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan, la superficie total es de 25,679 ha, en el Estado cubre una superficie de 700 ha.

Parque Nacional El Tepozteco. Se halla al norte del Estado de Morelos, en el municipio de Tepoztlán y en la delegación de Milpa Alta, Distrito Federal. Las coordenadas extremas del parque son 18° 53'20" y 19° 03'30"N; 99° 02'00" y 99° 12'55"W. Su superficie total es de 24,000 ha, de las cuales sólo 2,000 ha, están fuera de la entidad.

Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Se encuentra ubicada al noroeste del Estado, en la zona limítrofe con el Estado de México, dentro de los municipios de Huitzilac y Ocuilán de Arteaga respectivamente. Las coordenadas extremas del área de reserva son 18° 95' 00" y 19° 06' 00" N; 99° 17' 30" y 99° 22' 30" W. La superficie total del parque es de 4,790 ha, de las cuales 3,965 ha corresponden al Estado de Morelos.

El Texcal (Parque Estatal). Se encuentra en la región noroeste del Estado, en el municipio de Jiutepec, colindando con los siguientes municipios: al norte con Tepoztlán, al oeste con Cuernavaca, hacia el sur con Emiliano Zapata y al este con Yautepec. Sus coordenadas geográficas son 18° 53' 26" N y 99° 10' 53" W y cubre una superficie de 258.9 ha, lo que representa el 0.04% del territorio estatal.

Zona de Manantiales los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal (Zona sujeta a conservación ecológica) Se encuentra al oriente del Estado, en el municipio de Cuautla, cercano a la ciudad del mismo nombre. Cubre una superficie de 152.3 ha, lo que representa el 0.03% del territorio estatal.

Reserva Estatal Sierra Montenegro. La Reserva Estatal "Sierra Monte Negro" tiene un rango altitudinal que va desde los 1,775 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la cumbre más alta del Monte Negro a los 1,000 msnm en la porción sur de la Sierra en los límites con la zona urbana de Tlaltizapán.

El rango altitudinal de la Sierra va disminuyendo de norte a sur; siendo el rango altitudinal de norte a sur el siguiente: en los límites con el Corredor Biológico Chichinautzin, de 1,300 msnm en las partes bajas y 1,570 msnm en las partes altas; en la porción media de la Sierra el rango va entre los 1,100 msnm en las partes bajas y los 1,700 msnm en las partes altas y en la zona sur de la Sierra se presentan alturas de 1,000 msnm en las partes bajas y 1,200 msnm en las partes altas. Esta reserva cubre una superficie de 7,724.8 ha.

Las Estacas (Reserva estatal) Se encuentra en la región centro sur del Estado, al centro del municipio de Tlaltizapán, Cubre una superficie de 652.1 ha, lo que representa el 0.13% del territorio estatal.

Barranca de Chapultepec (Parque estatal) Se encuentra en la zona conurbada de Cuernavaca dentro del municipio del mismo nombre. Cubre una superficie de 20 ha.

Tabla 4.4. Áreas Naturales Protegidas en Morelos de Carácter Estatal

Nombre	Categoría	Fecha de Decreto	Superficie (Has)	Municipios	Ecosistema
El Texcal	Parque Estatal	17 febrero 2010	258.9	Jiutepec	Selva Baja Caducifolia y Condónales
Zona de Manantiales los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal	Zona sujeta a Conservación Ecológica	31 marzo de 1993	152.3	Cuautla	Selva Baja Caducifolia
Sierra Monte Negro	Reserva Estatal	22 mayo de 2008	7,724.8	Yautepec, Jiutepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán	Selva Baja Caducifolia
Las Estacas	Reserva Estatal	17 de junio de 1998	652.10	Tlaltizapán	Selva Baja Caducifolia
Barranca de Chapultepec	Parque Estatal	06 enero 1965	20.0	Cuernavaca	Vegetación Riparia
TOTAL			8,957.3		

De lo anterior el presente Programa considera como:

4.4 Objetivos

4.4.1 Objetivo General

Contribuir al desarrollo sustentable de México a través de una política ambiental estatal de gestión de residuos basada en la promoción de cambios en los modelos de consumo y producción, que fomenten la prevención y gestión integral de los residuos; a través de acciones de prevención y minimización de la generación, separación de residuos en la fuente, reutilización y reciclado, la valorización material y energética y soluciones regionales en el tratamiento y la disposición final, enmarcados en sistemas de prevención y gestión integral mediante esquemas de responsabilidad compartida y diferenciada de los diferentes actores de la sociedad, con acciones ambientalmente sustentables, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables.

4.4.2 Objetivos Particulares

- ✓ Prevenir y minimizar la generación de residuos mediante la promoción de instrumentos jurídicos y económicos que respondan a las necesidades, prioridades y circunstancias del Estado.
- ✓ Lograr la participación activa de todos los sectores de la sociedad en la reducción de la generación, la separación en la fuente y el manejo integral de los residuos.
- ✓ Promover la educación ambiental y capacitación para el desarrollo sustentable de manera permanente a personas y grupos u organizaciones de todos los sectores de la sociedad, con el objeto de contribuir al cambio de hábitos negativos para el ambiente.
- ✓ Contar con un diagnostico integral de cada municipio en materia de residuos.

- ✓ Gestionar la elaboración e implementación de los planes de regularización de los sitios de disposición final establecidos en la normatividad federal.
- ✓ Expedir y en su caso actualizar los ordenamientos jurídicos y normas técnicas ambientales que permitan dar cumplimiento a la política ambiental.
- ✓ Promover la elaboración de Programas Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.
- ✓ Promover la creación de infraestructura local y regional para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- ✓ Establecer el registro de planes de manejo y de programas para la instalación de sistemas destinados al manejo integral de los residuos.
- ✓ Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo de los residuos.
- ✓ Promover la participación de los sectores privado y social en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos de manejo especial y llevar a cabo su gestión integral.
- ✓ Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos, su valorización, soluciones regionales y su gestión integral, así como prevenir la contaminación de sitios por residuos y, en su caso, promover su remediación.
- ✓ Suscribir convenios y acuerdos con la federación, los gobiernos municipales, las instituciones nacionales e internacionales de educación superior, inversionistas y otros institutos, dirigidos a fomentar y promover actividades de investigación, y con las cámaras industriales, comerciales y de otras actividades productivas, grupos y organizaciones privadas y sociales, para llevar a cabo acciones tendientes a cumplir con los objetivos del Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- ✓ Contar con la infraestructura ambiental suficiente para la recolección, el reuso, reciclaje o tratamiento que permita el máximo aprovechamiento de los subproductos contenidos en los residuos y la disposición final ambientalmente adecuada de los residuos que no puedan ser aprovechados.
- ✓ Contar con un sistema de información estatal sobre la prevención y gestión integral de los residuos.

4.5 Fundamentos y principios

Las autoridades ambientales del Estado de Morelos consideran que la Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) y el desarrollo sustentable proporcionan el marco para la integración de las políticas y estrategias ambientales del Estado y declara que el crecimiento económico es esencial para satisfacer las necesidades humanas y para mejorar la calidad de vida. Sin embargo, éste, debe basarse en la prevención, protección, conservación y en el uso eficiente de los recursos naturales.

Particularmente, en el caso de los RSU y los RME, la política estatal reconoce el carácter transversal del problema. En primer término, destaca la importancia de la responsabilidad social del conjunto de actores involucrados. En segundo lugar, reconoce las competencias de los tres niveles de gobierno en el problema, En

tercer lugar manifiesta el interés del Estado en la solución del problema y finalmente sostiene la necesidad impostergable de acometer en forma sanitaria y ambientalmente el manejo integral de los RSU y los RME, de manera tal que las premisas para la solución sean socialmente aceptables, técnica y económicamente viables y ambientalmente sustentables.

4.5.1 Fundamentos del Programa Estatal

- Los Residuos Requieren de una Gestión Integral Sustentable

La gestión integral sustentable (GIS) de los residuos comprende todas las acciones relacionadas con los ámbitos legales, administrativos, financieros, operativos y técnicos del manejo integral de los residuos, desde su generación hasta su disposición final y promoviendo su minimización, su valorización y bajo esquemas de responsabilidad compartida, modificando los hábitos tradicionales de recolectar y disponer sin control ambiental alguno, todos los residuos que se generan.

En la GIS, es factible la participación de diferentes esquemas para la prestación del servicio, desde el servicio público hasta la participación de la iniciativa privada, con regulaciones claras, donde el oferente se sienta estimulado a presentar soluciones con un nivel de servicio excelente y a un costo razonable.

- Los Instrumentos de GIS Promueven la Estrategia de Prevención, Minimización, Valorización y Responsabilidad Compartida.

Los instrumentos para la GIS de los residuos promueven la aplicación de una estrategia de prevención, minimización, valorización y responsabilidad compartida, en línea con el Programa Nacional, la cual señala las siguientes prioridades: prevenir, minimizar, valorizar, tratar y disponer.

Este orden significa que, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es prevenir, evitando la generación de un residuo hasta niveles económico y técnicamente factibles. En segundo lugar, si no es posible evitar su generación, se debe buscar su minimización. En tercer término, si no es posible minimizar se debe buscar su valorización, dentro de esquemas de viabilidad social, ambiental, técnica y económica; en cuarto lugar se debe buscar su tratamiento y por último, la disposición final segura del residuo.

Todo lo anterior bajo un esquema de responsabilidad compartida donde los sectores social, privado y autoridad participan en la solución del problema de los residuos. Por lo que para la toma de decisión de cómo manejar un residuo, siempre será necesario considerar la estrategia de manejo integral, junto con los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales asociados.

- El Manejo Integral Eficiente de los Residuos Requiere de una Visión Regional

La situación actual, en que la mayoría de los municipios del Estado cuentan con una instalación de tratamiento y/o disposición final para los residuos generados, implica una gestión poco eficiente y un impacto ambiental. Una visión regional de la GIS de los residuos permitirá, entre otros logros, disminuir la cantidad de instalaciones, aumentar su calidad y eficiencia y optimizar los recursos económicos.

- El Servicio de Aseo Urbano debe ser Autofinanciable

La prestación de los servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos implica una erogación por parte de la autoridad municipal, estos recursos deben ser recuperados bajo un esquema diferenciado de cobros de derechos por el servicio proporcionado, de manera tal que no permita la obsolescencia del equipamiento y la creación o aumento de los pasivos ambientales derivados de la disposición final inadecuada de los residuos.

- **Sistema de Información y Educación**

La comunicación y la educación para la GIS son fundamentales, por lo que los programas de comunicación a la sociedad y un sistema de información y educación sobre el manejo integral de los residuos en el Estado resultan imprescindibles. Planteando la sistematización, análisis, intercambio y difusión de información sobre la generación, caracterización y manejo integral de residuos, así como la información correspondiente a programas y acciones que realice el estado en la materia. Por otro lado debe garantizar el libre acceso de los ciudadanos a la información que estará disponible para consulta sobre GIS de los residuos.

- **Participación de la Sociedad**

Se considera de suma importancia el involucramiento de la sociedad civil y privada en las acciones que desarrollan las autoridades en solución del problema que representa el manejo de los residuos, de esta manera se deberá involucrar a toda la sociedad para que cada quien cumpla en el ámbito de responsabilidad con sus obligaciones.

4.5.2 Principios del Programa Estatal

Los principios rectores del Programa Estatal, además de los establecidos en La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos y en la Ley de Residuos del Estado de Morelos, son los siguientes:

- **Derechos Humanos**

El derecho de todos los morelenses y sus visitantes a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

- **Protección del Planeta**

La responsabilidad de proteger el ambiente se extiende más allá de las fronteras del Estado y del País. El impacto de algunos contaminantes derivados de los residuos, tales como los gases de efecto invernadero y los que dañan la capa de ozono, no están confinados dentro del Estado. Por lo que el Estado reconoce su responsabilidad de considerar las consecuencias globales de las acciones en la GIS de los residuos.

- **Sustentabilidad Ambiental**

La GIS de los residuos debe promover el principio de desarrollo sustentable, el cual sólo puede alcanzarse cuando sus cuatro elementos: lo social, lo económico, lo técnico y lo ambiental, son tratados armónica y equilibradamente en cada instante y para cada acción, de manera que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales y resguardando que los responsables de la generación de residuos se hagan responsables de su manejo integral en su parte correspondiente, a través de un proceso evaluable, que se funda en medidas apropiadas de conservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y

aprovechamiento de los recursos naturales de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

- **Manejo Seguro y Ambientalmente Adecuado**

Requiere que el GIS de los residuos se realice con un enfoque multimedios, para evitar la transferencia de contaminantes de un medio a otro, suelo, subsuelo, cuerpos superficiales de agua, mantos freáticos, acuíferos y atmósfera.

- **Autosuficiencia de la Gestión**

La GIS de los residuos demanda que se debe contar con la infraestructura y equipamiento necesario para asegurar que los residuos que se generen en el Estado, se manejen de una manera ambientalmente adecuada, técnicamente factible, económicamente viable y socialmente aceptable. Asegurando que las tasas o tarifas que se cobren por la prestación de servicios de residuos sólidos se fijen, en función de su costo real, calidad y eficiencia.

- **Prevención y Minimización**

Implica la adopción de medidas operativas de manejo (sustitución de insumos y productos, valorización, recuperación, reuso y reciclaje, separación en la fuente, etc.) que permitan prevenir y disminuir, hasta niveles económico y técnicamente factibles, la generación de residuos tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación al ambiente o afectaciones negativas a la salud humana.

- **Equidad**

En la distribución de tareas, deberes y derechos con relación a la GIS de los residuos, se debe mantener un principio de equidad y solidaridad social, de manera tal que la política debe posibilitar para todos los habitantes cuenten con un servicio de recolección de sus residuos. Asimismo, debe asegurar que su manejo integral no atente contra la calidad de vida de la población, velando para que no sean sólo algunos los que paguen el costo de las externalidades generadas.

- **Gradualidad**

La implementación de la política y la ejecución de los planes y programas requieren ser desarrollados gradualmente, acorde a las diversas realidades territoriales según su urgencia y capacidad de gestión.

- **Participación Ciudadana**

En todas las etapas de la gestión integral de los residuos, desde el diseño hasta su operación, las opciones de manejo integral deben considerar la consulta o participación ciudadana, según sea procedente. El desarrollo y fomento de esta participación requiere de procesos de educación y sensibilización de la ciudadanía. Además se debe asegurar la participación corresponsable de la sociedad y el acceso público a la información relativa a la GIS de los residuos.

- **Preventivo**

Se trata de prevenir la generación de residuos y se privilegiará la incorporación de medidas tendientes a la prevención de los posibles impactos ambientales derivados del manejo integral de los RSU y RME, antes que a la reparación de dichos impactos una vez producidos.

- **Racionalidad Económica**

Se debe asegurar que las decisiones tomadas por los distintos actores e instituciones participantes sean racionales desde el punto de vista económico, es decir, que minimicen costos y/o maximicen los beneficios.

- **Responsabilidad Compartida**

La GIS de los residuos corresponde a TODOS los miembros de la sociedad (gobierno, industria, comercio, servicios, academia, organizaciones no gubernamentales y consumidores en general) en cada instante de su manejo integral (en la prevención, minimización, almacenamiento, recolección, barrido, transferencia, valorización, tratamiento y disposición final) y nadie puede sustituir la responsabilidad de cada cual, en esta gestión, en su campo de actuación. Así el cumplimiento de la responsabilidad de la sociedad, el sector privado, empresas de servicios de manejo integral de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr la valorización y el manejo integral de residuos bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

- **El que Contamina Paga**

El costo de la GIS de los residuos debe recaer en sus generadores. Estableciendo que cada persona o entidad colectiva es responsable de las consecuencias de sus acciones sobre el ambiente y de los impactos que estas conllevan. Este costo debe asociarse a la recolección, transporte, tratamiento, disposición final y la restauración de los sitios que han sido impactados así como a la cantidad y calidad de los residuos generados, y no puede ni debe transferir esta responsabilidad a otros miembros de la sociedad o a generaciones futuras.

- **Precautorio**

A falta de certeza científica sobre los efectos que pueda ocasionar el manejo inadecuado de los residuos, deberán tomarse las acciones y medidas necesarias para evitar impactos negativos al ambiente.

- **Protección del Ambiente**

Implica el desarrollo de acciones encaminadas a la prevención y control de la contaminación del ambiente a causa del manejo inapropiado e incontrolado de los residuos.

- **Flexibilidad**

La existencia de una alta heterogeneidad de situaciones implica que parte importante de las soluciones deben ser aplicadas de acuerdo a las particularidades territoriales específicas, con instrumentos diferenciados y flexibles que puedan ser operados en forma descentralizada.

- **Compensación**

Una comunidad que toma una carga superior a la que le corresponde, debe ser compensada.

- **Menor Costo de Manejo**

Este principio define que las soluciones que se adopten en relación a los residuos minimicen los riesgos y costos de traslado o desplazamiento, logrando que en lo posible los residuos se traten o depositen en los lugares más próximos a sus centros de origen o se regionalicen soluciones para obtener el beneficio de la economía de escala.

- **Reducción y Separación en la Fuente**

Se refiere a la conveniencia desde todos los puntos de vista de reducir o minimizar y separar en reciclables y no reciclables de los residuos desde su inicio, a través

de actividades dentro del proceso productivo: mejora de métodos, reemplazo de insumos y aumento de la vida del producto.

- **Desarrollo Tecnológico**

Dado el constante desarrollo científico y tecnológico que propulsa, a su vez, el conocimiento de herramientas para la protección ambiental. Se debe planear la evaluación continua de las políticas, de manera tal, que los resultados permitan los ajustes y cambios necesarios para su optimización y disminución de los riesgos ambientales de la GIS de los residuos. Además el fomento en el uso y desarrollo de tecnología con procesos de producción limpia que beneficie a la prevención y minimización de la generación de residuos y del análisis de ciclo de vida para establecer el manejo integral de los residuos.

- **Promoción y Educación Ambiental**

En todos los niveles de la sociedad es necesario la promoción y la educación ambiental que promueva comportamientos cooperativos y favorables al ambiente. Mediante el desarrollo de acciones para fomentar el conocimiento y concientización de la problemática implicada en el manejo integral de los residuos, un cambio en los comportamientos de la sociedad, la promoción para la formación de especialistas e investigación en la materia, una cultura de prevención, minimización en la generación y el manejo integral de los residuos

- **Armonización de las Políticas del Estado**

Sugiere la congruencia de las políticas ambientales y de desarrollo urbano del Estado con la del manejo integral de los residuos. Estableciendo congruencia entre las políticas de ordenamiento territorial, ordenamiento ecológico y las de manejo integral de los residuos sólidos, así como identificar áreas apropiadas para la localización e instalaciones de plantas de tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos; Definiendo planes, programas, estrategias y acciones para el manejo integral de los residuos sólidos, conjugando las variables económicas, sociales, culturales, técnicas, sanitarias y ambientales.

4.6 Análisis del Marco Legal

Hasta antes de la publicación de la LGEEPA y sus reglamentos, no existía una distribución clara de las competencias en materia de residuos sólidos, siendo el único referente la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que en su artículo 115 concede al municipio con el concurso de los estados, cuando así fuere necesario, la obligación del cumplimiento de la prestación del servicio público de limpia. Conforme a lo anterior y con base a la idea del municipio libre, se dejó esta importante obligación a criterio estatal y municipal, por lo que la legislación en esta materia fue de carácter local y no unificada.

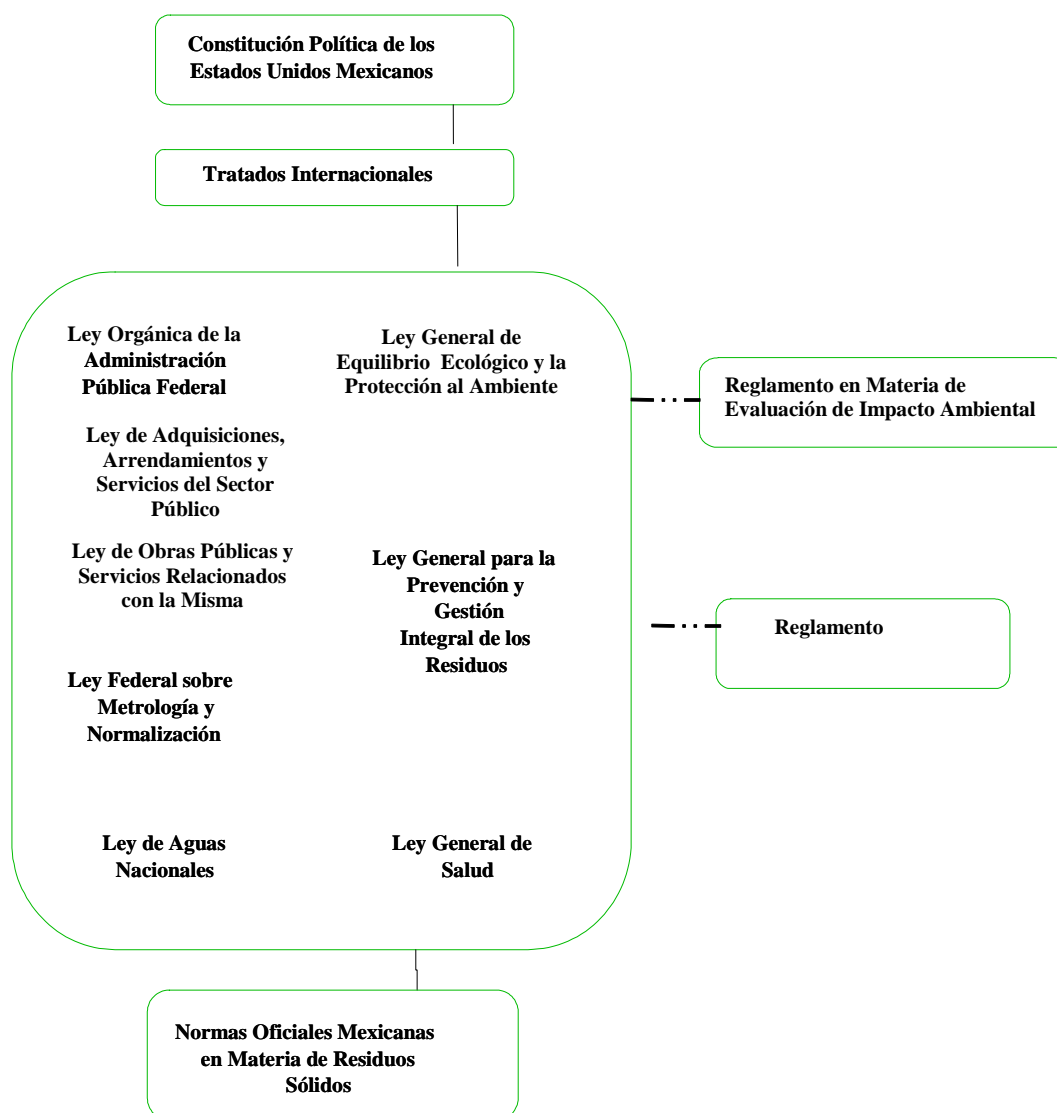
En relación a las autoridades federales encargadas de la materia ecológica, era la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) la encargada de desarrollar planes para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU). Posteriormente, con la creación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), dependiente de esta secretaría, esta función se le transfiere debiendo además, brindar apoyo a los distintos municipios a través de proyectos ejecutivos y de financiamiento para la construcción de infraestructura para el control de los RSU y diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios.

Es hasta 1994 con la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP (hoy SEMARNAT) en cuya estructura orgánica se incorpora el INE, cuando se le atribuye la facultad de desarrollar la normatividad de los RSU, publicándose el 20 de octubre del 2004 la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 para la selección del sitio diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

4.6.1 Legislación Federal en Materia de Residuos Sólidos

La materia ecológica es de interés social y pretende la regulación de la conducta humana en relación con la conservación, aprovechamiento y explotación de los recursos naturales y el ambiente. En este concepto se enmarca todo lo relativo a la gestión integral de los residuos sólidos, toda vez que los mismos pueden impactar el ambiente.

Figura 4.3. Legislación Federal en Materia de Residuos Sólidos



A. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La materia ecológica encuentra su fundamento en los artículos 25, 26 y principalmente 27 Constitucional al establecerse en esta última disposición que: “... La Nación tendrá en todo tiempo el derecho a imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico ... y para evitar la destrucción de los elementos naturales...”

El citado artículo establece de igual manera el dominio directo de la Nación de todos los recursos naturales del suelo y subsuelo que sean distintos de los componentes comunes de los terrenos y que se encuentren en vetas, mantos, masas o yacimientos, extendiéndose no solo a las partes integrantes de la federación, sino a islas, cayos, mares plataforma continental y zócalo submarino de las islas.

Dentro de las facultades del Congreso de la Unión se encuentra la contenida en la fracción XXIX-G del artículo 73 Constitucional, otorgándole la facultad de expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal con los estados y municipios en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

De acuerdo con ésta última disposición, tanto los estados, como los municipios deben coadyuvar con la federación en la resolución de la problemática ecológica, por lo que sus legislaturas cuentan con plena libertad para dictar disposiciones en esta materia que se adecuen a sus respectivas circunstancias, ya que se trata de una competencia que por disposición constitucional se comparte. Los municipios, a través de sus ayuntamientos emiten reglamentos en la materia, en tanto que los regidores fungen como supervisores de las actividades, contando además con instituciones administrativas que se encargan directamente de la prestación del servicio público de limpia.

La legislación establecida para el Estado, es acorde con la LGPGIR, y considera Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial, cabe destacar que no menciona nada respecto a residuos no peligrosos, toda vez que esa clasificación no es la que señala la Ley antes citada, además las atribuciones sobre las autorizaciones son responsabilidad del Estado, a excepción del transporte de RSU.

A raíz de la reforma al artículo 115 de la Constitución Federal de 1983, se pretendió descentralizar el poder que los gobiernos estatales habían acaparado para sí, estableciendo la competencia municipal como se describe en este precepto. La reforma precisamente pretendía dotar de autonomía a los municipios, dentro de los principales puntos de esta reforma destacan:

El establecimiento de la obligación en la prestación de una gama de servicios mínimos que cada uno de los municipios debe cumplir, entre los que se encuentra el servicio público de limpia.

Existen leyes orgánicas municipales, que otorgan competencia al municipio para la prestación del servicio público, la facultad de concesionarlo y/o celebrar convenios con particulares para su prestación; leyes de desarrollo urbano, a fin de verificar los usos del suelo para la prestación de este servicio; leyes hacendarias para autorizar el cobro de derechos; bandos de policía y buen gobierno municipales que, entre otras cosas, crean órganos administrativos para la prestación del servicio y; reglamentos municipales aplicables a la prestación de algún servicio público en particular, como los reglamentos de limpia.

B. Tratados Internacionales

Existe una gran cantidad de Tratados Internacionales en materia ambiental, sin embargo, en materia de residuos solo se cuenta con:

- El Convenio de la Naciones Unidas sobre el control de los movimientos Fronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación. Suscrito en Basilea, Suiza en 1989 publicado en el DOF el 9 de agosto de 1991 y ;
- Programa 21 ONU. Río de Janeiro, compromiso 21 sobre gestión de residuos sólidos.

La participación del Estado de Morelos en el cumplimiento de los tratados firmados por nuestro país, radica en el Convenio de Basilea, es que si una empresa ubicada en el territorio del estado pretende enviar residuos fuera del país debe de cumplir con lo establecido en el Convenio, que lo medular de este tratado es sin duda que el país receptor tiene que estar informado y de acuerdo con la recepción de los residuos.

En el caso de los acuerdos de Río, son básicamente el contar con los mecanismos de control de los residuos de manera tal que las acciones a realizar no impacten globalmente y que las políticas estén basadas en el desarrollo sustentable, de manera tal que para las nuevas generaciones tengan un ambiente sano.

C. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicada en el diario oficial el 08 de octubre del 2003 y tiene por objeto regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, establecer bases para el manejo de residuos urbanos y de manejo especial, así como las bases para aplicar principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos sólidos en el país.

A continuación se presentan las disposiciones que tiene relación con los residuos sólidos:

El artículo 9 menciona que las entidades federativas tienen como principales facultades:

I. Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y el de Remediación de Sitios Contaminados con éstos, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

II. Expedir conforme a sus respectivas atribuciones, y de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, los ordenamientos jurídicos que permitan darle

cumplimiento conforme a sus circunstancias particulares, en materia de manejo de residuos de manejo especial, así como de prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos y su remediación;

III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo;

IV. Verificar el cumplimiento de los instrumentos y disposiciones jurídicas referidas en la fracción anterior en materia de residuos de manejo especial e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;

En su fracción V, menciona que el Estado es el responsable de autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, así como imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los convenios que se suscriban con la Secretaría y con los municipios, conforme a lo dispuesto en los artículos 12 y 13 de este ordenamiento, y de promover: la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo integral de los residuos de su competencia (Fracción X).

En lo que se refiere a los municipios y sus funciones en el manejo integral de residuos sólidos urbanos, según la LGPGIR tienen las siguientes facultades (artículo 10):

I. Formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos....;

III. Controlar los residuos sólidos urbanos;

IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos,

V. Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos;

VI. Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

VII. Verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos en materia de residuos sólidos urbanos e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;

VIII. Participar en el control de los residuos peligrosos generados o manejados por micro generadores, así como imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los convenios que se suscriban con los gobiernos de las entidades federativas respectivas, de conformidad con lo establecido en esta Ley;

X. Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos, y

El Artículo 12 menciona que La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir con los gobiernos de las entidades federativas convenios o acuerdos de coordinación, con el propósito de asumir las siguientes funciones:

- I. La autorización y el control de las actividades realizadas por los microgeneradores de residuos peligrosos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- II. El control de los residuos peligrosos que estén sujetos a los planes de manejo, de conformidad con lo previsto en la presente Ley;
- III. El establecimiento y actualización de los registros que correspondan en los casos anteriores, y
- IV. La imposición de las sanciones aplicables, relacionadas con los actos a los que se refiere este artículo.

Asimismo dentro de la LGPGIR, el artículo 18 dice: “Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables”.

En el artículo 19 se menciona la clasificación de los residuos de manejo especial en:

- I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;
- II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;
- III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;
- IV. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;
- V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;
- VI. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;
- VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;
- VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico, y
- IX. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

El artículo 26 señala los elementos que deben contener los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial:

- I. El diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios;
- II. La política local en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

III. La definición de objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento;

IV. Los medios de financiamiento de las acciones consideradas en los programas;

V. Los mecanismos para fomentar la vinculación entre los programas municipales correspondientes, a fin de crear sinergias, y

VI. La asistencia técnica que en su caso brinde la Secretaría.

Por último en el Capítulo Segundo, Artículos 27 al 34. Se mencionan las características que deben tener los planes de manejo, así como quienes son los obligados a presentar y los criterios que se deben seguir para la formulación.

D. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Esta ley realiza la distribución de competencias federal, estatal y municipal, como se describe en los apartados respectivos y sienta las bases para la política ambiental y sus instrumentos, así como su planeación.

En materia de residuos sólidos, se encuentran las disposiciones que se relacionan a continuación:

Los artículos 36 a 37 Bis otorgan facultades a la SEMARNAT para la formulación de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

En cuanto a la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se consideran los criterios establecidos en el artículo 98 a 105 siendo relevante lo establecido en la Fracción VI del citado artículo 98 que dispone que en la realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluirse acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

El capítulo IV de esta ley hace referencia a la prevención y control de la contaminación y, reconoce en sus artículos 134 a 144, la necesidad de prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, incorporar técnicas para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final de manera eficiente para evitar la contaminación del suelo, alteraciones nocivas en el proceso biológico del mismo o las alteraciones que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación.

Por su parte los artículos 134 y 135 determina como criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo: la ordenación del desarrollo urbano; la operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios y; el manejo de residuos peligrosos.

Se confirma asimismo la competencia municipal y del gobierno en el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales. Sin embargo el artículo 138 prevé la posibilidad de que la Secretaría promueva la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para la implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos.

Otras leyes de carácter federal que tienen que ver con los residuos sólidos urbanos son: Ley General de Salud; Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público; Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas; Ley Federal sobre Metrología y Normalización y la Ley de Aguas Nacionales.

El reglamento que tiene que ver con los residuos es: el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

E. Normas Relativas al Manejo y Gestión Integral de Residuos Sólidos

Existen diversas normas relativas al manejo y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se mencionan de manera especial las siguientes:

Normas Oficiales Mexicanas.-

NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

NOM.004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, y NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.

Normas Mexicanas.-

NMX-AA-015-1985, NMX-AA-016-1984; NMX-AA-18-1984; NMX-AA-019-1985; NMX-AA-021-1985; NMX-AA-022-1985; NMX-AA-24-1984; NMX-AA-25-1984; NMX-AA-033-1985; NMX-AA-052-1985; NMX-AA-61-1985; NMX-AA-067-1985; NMX-AA-068-1986; NMX-AA-080-1986; NMX-AA-92-1984; NMX-AA-094-1985;

De todas estas normas se incluye una breve descripción en el anexo A, "Leyes, Reglamentos y Normas".

F. Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en cumplimiento a lo establecido en los artículos 7 y 25 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, con el consenso de autoridades de los tres órdenes de gobierno y con la participación de los sectores social, privado y académico preparó el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, que establece la política ambiental en materia de residuos y plantea objetivos, lineamientos, acciones y metas.

El programa nacional fue presentado el pasado mes de abril, en el municipio de Aguascalientes.

En este programa nacional se establecen los elementos necesarios para la elaboración e instrumentación de los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial por parte de los estados y los municipios, y reserva para la federación el tema de residuos peligrosos.

La política ambiental en materia de residuos está basada en los principios de reducción, valorización y responsabilidad compartida, así como en la prevención y gestión integral de los residuos.

El programa nacional también establece la necesidad de generar y publicar información objetiva y confiable en la materia; definir la responsabilidad compartida de todos los actores; una producción más limpia y el consumo sustentable; una coordinación intersectorial y principalmente la coordinación con los gobiernos estatales y municipales; el derecho a la información para toda la

población y el fomento a la participación activa de los diferentes sectores de la sociedad.

El desarrollo sustentable de México depende de la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la protección de sus ecosistemas, para lo cual, es necesario promover cambios en los modelos de consumo y producción, así como, establecer sistemas para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos, que sean ambientalmente adecuados, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables.

Por tal razón el programa nacional define como política nacional en materia de residuos: La reducción, reutilización y reciclado de los mismos, enmarcados en sistema de gestión integral en los que aplica la responsabilidad compartida diferenciada entre los diversos actores y órdenes de gobierno, para el logro de un desarrollo sustentable.

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos está elaborado y promueve los siguientes principios de política: principio de autosuficiencia, principio de desarrollo sustentable, principio de prevención y minimización, principio de manejo seguro y ambientalmente adecuado, principio de comunicación, educación y capacitación, principio de información, principio de participación social, principio de responsabilidad compartida, principio de quien contamina paga, principio de desarrollo tecnológico, principio de protección del suelo, principio de armonización de las políticas, principio precautorio

Dentro del programa se reconoce que en los últimos años se ha ampliado y fortalecido la regulación en materia de residuos, sin embargo, no se han desarrollado las capacidades para atender el problema, la regulación existente es difícil de cumplir debido al importante rezago de la infraestructura para el reciclaje, tratamiento y disposición final de los residuos, para ello plantea las siguientes estrategias:

- ❖ Desarrollar instrumentos de política, regulación y fomento para mejorar el manejo de los residuos.
- ❖ Fomentar el manejo integral de los residuos.
- ❖ Alcanzar una mayor eficiencia en la realización de trámites y prestación de servicios en materia ambiental eficiente y transparente mediante la sistematización y automatización de procesos, así como la elaboración de guías que faciliten el cumplimiento de las obligaciones.
- ❖ Conjuntar las diversas fuentes de información de datos de manejo de residuos en un solo sistema.

Por otra parte el Programa incluye parte de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) es un compromiso del Ejecutivo Federal en relación con la mitigación y la adaptación a los efectos adversos del mismo. La ENACC trata de contribuir con un proceso nacional, amplio e incluyente.

La relación entre los gases de efecto invernadero y los residuos sólidos se encuentra en las diferentes formas de acumulación de residuos, donde invariablemente se genera biogás, que es un gas natural generado a partir de la descomposición de materia orgánica, y que tiene un contenido de metano suficientemente importante y atractivo para su inserción en los mercados de carbono, de hecho la emisión de biogás procedente de los sitios de disposición

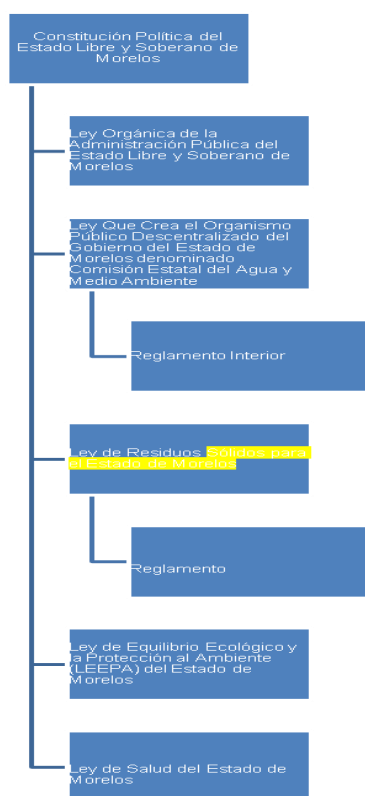
final de los residuos no es despreciable y desde el ámbito de la gestión integrada de los residuos, cada vez es más frecuente elaborar estrategias que incluyen la mitigación o cancelación de emisiones de biogás desde los sitios de disposición final

G. Autoridades Federales con Injerencia en el Manejo de Residuos Sólidos. Tienen participación en la gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, las siguientes autoridades: SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, dependiente de esta última, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Gobernación, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y Secretaría de Salud.

Las funciones principales de las autoridades se describen en el anexo A, “Leyes, Reglamentos y Normas”.

4.6.2 Legislación Estatal en Materia de Residuos Sólidos

Figura 4.4 Legislación Estatal en Materia de Residuos



A. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos

En cuanto a las autoridades estatales en su artículo 40 inciso L se especifican las atribuciones del congreso del estado “...Expedir leyes en el ámbito de su competencia, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; así como de protección civil, previendo la

conurrencia y coordinación de los Municipios con el Gobierno del Estado y la Federación”

Por cuanto hace a las autoridades municipales, el artículo 114-bis establece como un derecho reservado la prestación de servicios públicos:

ARTÍCULO 114-bis.- Los Ayuntamientos tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

I.- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;

II.- Alumbrado público;

III.- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;

IV.- Mercados y centrales de abasto;

V.- Panteones;

VI.- Rastro;

VII.- Calles, parques y jardines y su equipamiento;

...

En estos apartados se puede enmarcar todo lo relativo al manejo, tratamiento, reuso y disposición final de residuos sólidos, toda vez que los mismos pueden impactar seriamente en el ambiente.

B. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado Libre y Soberano de Morelos

La Ley tiene por objeto establecer las Bases Institucionales de la Organización y Funcionamiento de la Administración Pública del Estado de Morelos asigna las facultades y obligaciones para la atención de los asuntos del orden administrativo entre las diferentes unidades de la Administración Pública del Estado.

En este sentido se puede decir que para el despacho de los asuntos que competan al Poder Ejecutivo, el Gobernador del Estado se auxiliará de las dependencias y entidades la cual se subdividirá en central y paraestatal.

En este sentido el organismo público denominado Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), creado por la Ley expedida por el Poder Legislativo, que adopta todas las facultades, atribuciones, funciones y obligaciones que en la diversa legislación inherente a la materia, se confieren a la dependencia de la Administración Pública Central del Estado, denominada Secretaría de Desarrollo Ambiental.

C. Ley Que Crea el Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Morelos denominado Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (Publicado 29 de septiembre de 2000).

En materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA) tiene las siguientes atribuciones:

1. Ejercer las atribuciones que la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente confiere al Ejecutivo Estatal y a sus dependencias.
2. Formular y conducir la política ecológica y de protección al ambiente del Estado de Morelos;
3. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica del Estado;
4. Proponer al Ejecutivo Estatal la celebración de acuerdos de coordinación con la Federación, para la expedición de normas técnicas ecológicas estatales;

5. Aplicar, en la esfera de su competencia, las normas técnicas ecológicas estatales que se expidan en coordinación con la Federación, y vigilar su observancia;
6. Formular y desarrollar programas y realizar las acciones que le competen, a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente
7. Proponer al Ejecutivo Estatal la expedición de disposiciones para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente en la entidad;
8. Proponer al Ejecutivo Estatal la adopción de medidas necesarias para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales y aplicarlas en el ámbito de su competencia;
9. Coordinar la aplicación las medidas que determine el Ejecutivo Estatal para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales;
10. Establecer las bases para la administración y organización de las áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal, en coordinación con las comunidades de la zona;
11. Vigilar el cumplimiento del ordenamiento ecológico estatal con el apoyo de los Municipios;
12. Recibir quejas con relación del orden ecológico y medio ambiental,
13. Proporcionar asistencia técnica y recomendaciones a los Gobiernos Municipales cuando éstos así lo soliciten, para la realización de acciones relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

D.Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos (Publicada el 17 de octubre de 2007)

La Ley tiene por objeto regular la generación, aprovechamiento y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los peligrosos de conformidad con lo que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR); así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

El artículo 8 menciona que el ejecutivo estatal a través de la Comisión de Agua y Medio Ambiente tiene las siguientes atribuciones:

- I. “La formulación y conducción de la política de residuos sólidos del Estado de Morelos”
- II. “La aplicación de los instrumentos de política de residuos sólidos”
- III. “La atención de los asuntos que se generen entre dos o más Municipios, así como entre el Estado de Morelos y una o más entidades federativas en coordinación con la Federación, y aquéllos entre el Estado de Morelos y la Federación”

En sus fracciones IV y V menciona que corresponde a la CEAMA la expedición de normas ambientales en materia de reducción, manejo, tratamiento, reuso y disposición final de RS; asimismo de autorizar la instalación y operación de sistemas para su manejo. También corresponde a la CEAMA la autorización para su traslado.

Como parte de las atribuciones de la Comisión se establece que debe llevar a cabo la vigilancia; celebrar convenios; ofrecer apoyo; llevar a cabo el registro de empresas encargados del manejo de RS; promoción de la participación;

formulación, ejecución y evaluación de Programa General de RS; establecer el registro de planes de manejo; autorizar los lugares para realizar las actividades relacionadas con el sistema de manejo de RS entre otras.

En lo que se refiere a los municipios y sus funciones en el manejo integral de residuos sólidos urbanos, según la Ley tienen las siguientes facultades (artículo 9):

I. La formulación, conducción y evaluación de la política de residuos sólidos en el ámbito Municipal con base en la política que expida el Ejecutivo Estatal;

II. La aplicación de los instrumentos de política de residuos sólidos, en el ámbito de su competencia;

V. Prestar el servicio de limpia, en sus etapas de barrido de las áreas comunes, vialidades y demás vías públicas, así como la recolección de residuos sólidos no peligrosos,

VI. Instalar contenedores de residuos sólidos, depósitos metálicos o similares en los lugares que previamente se hayan seleccionado con base en las necesidades de la población;

VII. Nombrar al personal necesario y proporcionar los elementos, equipos, útiles y en general todo el material indispensable para efectuar el barrido manual y mecánico, así como la recolección de los residuos sólidos, su transporte a las estaciones de transferencia, planta de tratamiento o sitio de disposición final

VIII. Organizar administrativamente el servicio público de limpia de su competencia;

IX. Atender oportunamente las quejas del público y dictar las medidas necesarias para su mejor y pronta solución;

X. Establecer rutas, horarios y frecuencias en que debe prestarse el servicio público de limpia pudiendo, una vez escuchada la opinión de los vecinos al respecto, modificarlos de acuerdo a las necesidades de dicho servicio.

Asimismo como parte de las atribuciones de los municipios se establece que estos serán responsables de aplicar sanciones; atención de asuntos que involucren a dos o más municipios.

Vigilancia del cumplimiento de las normas; formulación y conducción de la política municipal de información; concesionar el servicio público de limpia (de su competencia); realizar controles sobre estas concesiones; la prestación del servicio pública de limpia; mantenimiento a los contenedores; formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de RS; organizar y promover actividades de comunicación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico; llevar a cabo el registro de empresas y particulares dedicados a la prestación del servicio de limpia y llevar el registro de planes de manejo de residuos de su competencia.

En otro orden de ideas, el artículo 10 indica que corresponde al ejecutivo estatal y a los municipios instrumentar sistemas de separación de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos.

En cuanto a la coordinación y de los organismos operadores estos se podrán llevar a cabo para:

- El control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores; control de las actividades que generen residuos peligrosos;
- Establecer y actualizar los registros que correspondan en los casos anteriores e imponer las sanciones aplicables

Es importante señalar que la CEAMA en todo momento puede suscribir acuerdos con la Federación, otros Estados y con los Ayuntamientos respecto de programas en materia de RSU. Asimismo los municipios se podrán coordinar a través de un organismo operador intermunicipal para la prestación de servicios de manejo integral, siempre y cuando estos realicen a su vez convenio con la CEAMA (arts. 14 al 21).

En el artículo 14, se menciona que los Municipios del Estado, previo convenio entre sus Ayuntamientos, se podrán coordinar para la prestación de los servicios manejo integral, a través de un organismo operador intermunicipal. Convenio que surtirá sus efectos a partir de la publicación en el Periódico Oficial Tierra y Libertad, órgano informativo del Gobierno del Estado de Morelos.

El artículo 15, indica que posteriormente al convenio entre los Ayuntamientos, estos deberán celebrar convenio con la CEAMA, en el que se establezca que con el carácter de intermunicipal, proporcionarán, el o los servicios de limpia, recolección, acopio, almacenamiento, traslado, tratamiento y disposición final.

En el artículo 16, se indica que el convenio a que se refiere el Artículo 15 será considerado de derecho público y que para su legal existencia se requerirá:

I. Que su celebración se autorice por los Ayuntamientos en la sesión de Cabildo correspondiente;

II. Que su objeto derive de la falta de capacidad para proporcionar el servicio, atendiendo a las condiciones territoriales, socioeconómicas, capacidad administrativa, técnica o financiera existentes en el caso concreto; y

III. Que la organización y operación del organismo público que se constituya, se sujete a lo establecido en la presente Ley.

En el artículo 17, se establece que los convenios mencionados, previa aprobación del Congreso, podrán ser de vigencia indefinida y sólo podrán darse por terminados por causas extraordinarias o imprevisibles, así como por casos fortuitos o de fuerza mayor y previa la celebración del convenio respectivo con la CEAMA, una vez que el Ayuntamiento así lo determine en la sesión de Cabildo respectiva.

En el artículo 18, se indica que las relaciones entre el organismo operador intermunicipal y sus trabajadores se regirán por la Ley del Servicio Civil del Estado de Morelos.

El artículo 19, menciona que el organismo operador intermunicipal tendrá las facultades que especifica el Artículo 9 de esta Ley de acuerdo a las reglas y condiciones previstas en el convenio que celebren los respectivos Ayuntamientos.

En el artículo 20, se indica que en el órgano de gobierno de los organismos operadores intermunicipales, concurrirán con el carácter de Presidente, el Presidente Municipal del Municipio que se determine en el convenio respectivo, o a falta de determinación, la presidencia será rotativa. El Presidente tendrá su respectivo suplente, que será designado por el mismo.

Finalmente, en el artículo 21 se menciona que el organismo operador regirá su funcionamiento conforme al reglamento interior que el mismo expida.

Por otra parte, en cuanto al manejo integral de residuos estos se clasifican según su origen en (artículo 45):

I. Por la fuente de la que provienen:

a) Residuos domiciliarios;

- b) Residuos provenientes de actividades comerciales, mercados y servicios públicos;
- c) Residuos depositados en vías públicas, predios, lotes baldíos, parques, aceras y calles.
- d) Residuos de establecimientos de atención de salud;
- e) Residuos industriales no peligrosos;
- f) Residuos provenientes de la industria de la construcción y las actividades de demolición.
- g) Residuos agropecuarios;
- h) Residuos de instalaciones o actividades especiales considerados como no peligrosos;
- i) Lodos activados provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas o desazolve;
- j) Residuos producidos por eventos públicos;
- k) Residuos como animales muertos, muebles, enseres domésticos y vehículos;
- l) Residuos de laboratorios industriales, químicos, biológicos, veterinarios, de producción o de investigación no considerados como peligrosos; y
- m) Los demás que se lleguen a determinar por otras disposiciones jurídicas aplicables.

II. Por sus propiedades o características inherentes:

- a. Orgánicos
- b. Inorgánicos

Atendiendo al espíritu de la ley en cuanto a la responsabilidad compartida se establece que los generadores deberán practicar hábitos de consumo que permitan minimizar la generación de residuos mediante adquisiciones de productos con la menor cantidad de envases y/o embalajes, así como artículos degradables y/o retornables. Además el generador deberá reducir el volumen de los residuos mediante compactación.

Asimismo el generador tiene la obligación de separar los residuos desde la fuente conforme a sus características particulares (artículos 50, 51 y 52):

I. Orgánicos

II. Inorgánicos

- a) Vidrio;
- b) Papel;
- c) Plástico;
- d) Aluminio y metales no peligrosos;
- e) Productos desechables de lenta degradación;
- f) Pilas y baterías;
- g) Muebles y enseres; y
- h) Otros.

III. Residuos provenientes de establecimientos de atención de la salud que por sus características requieren de confinamiento y separación especializada para su esterilización, cauterización e incineración; y

IV. Aceites y otros materiales no peligrosos;

El artículo 57 indica que el servicio de limpia comprende:

- I. El barrido de vías públicas y áreas comunes,
- I. El Manejo integral de Residuos Sólidos y

II. El diseño, instrumentación y operación de sistemas.

En cuanto la recolección de residuos la ley establece que los generadores o propietarios de residuos sólidos de cualquier tipo, con la excepción de los residuos domiciliarios o generados por el pequeño comercio tienen la obligación de establecer contratos de recolección y disposición adecuados con el servicio de limpia que preste el Municipio (art. 55). En el caso de la recolección domiciliaria los municipios están obligados a informar sobre las fechas y horarios de recolección (art. 59). En el caso de comunidades alejadas donde sea difícil el acceso de los camiones se implementará el uso de contenedores para llevar a cabo la recolección de los residuos.

Los artículos 66 y 67 se refieren a las estaciones de transferencia y a las plantas de tratamiento. Del 68 al 70 se aborda lo referente al composteo de la fracción orgánica de los residuos. Los artículos 71 al 75 expresan lo concerniente a la disposición final. Ahora bien en cuanto a la concesión del manejo de los residuos se deberá atender a lo prescrito en los artículos 76 al 80.

Por último en Título Tercero se abordan aspectos relacionados con la inspección, vigilancia, infracciones, sanciones, medidas de seguridad e inconformidades.

E. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEEPA) del Estado de Morelos

Según la LEEPA en su título segundo, capítulo primero, artículo 6 fracciones I, II y XI son competencia del Ejecutivo Estatal:

- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental y de los criterios ecológicos de ésta Entidad con la participación activa y propositiva de la sociedad civil;
- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en la Ley;
- Promover la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos municipales para la implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, y la identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras, y de los centros de comercialización;

En cuanto a las atribuciones municipales se menciona que les corresponde formular, conducir y establecer la política ambiental en congruencia con las leyes federales y estatales ambientales. En el caso de residuos sólidos los municipios tienen como principal atribución la autorización y regulación, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, del funcionamiento de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales e industriales, de acuerdo al artículo 137 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Asimismo los municipios pueden participar en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial. Esto aplicado a nuestro caso, se puede ver desde el punto de vista de infraestructura dedicada al manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Además participarán en la formulación, aprobación, expedición, evaluación y modificación de los Programas de Ordenamiento Ecológico, se harán en los

términos previstos en los artículos 23 y 24 de LEEPA y LGEEPA, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de suelo establecidos en dichos programas. Ahora bien, los estados podrán suscribir convenios o acuerdos de colaboración para el control de residuos considerados de baja peligrosidad (capítulo III, artículo 9, fracción II). Asimismo para quienes pretendan llevar a cabo la instalación de tratamiento, confinamiento o eliminación de aguas residuales y de residuos sólidos no peligrosos, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría (artículo 38, fracción V).

En el ámbito de la participación ciudadana los artículos 53 y 56 mencionan que el ejecutivo estatal en coordinación con los municipios impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica y la educación ambiental, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de residuos.

Como una forma de coadyuvar al fortalecimiento de las acciones tendientes al control de los residuos, el ejecutivo estatal y las autoridades municipales, en los términos que señalen los reglamentos correspondientes de la Ley, deberán integrar los inventarios de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas y móviles, de descargas de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado y de residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos, a fin de vigilar sistemáticamente el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente federal, estatal y municipal (artículo 116).

En otro orden de ideas en el capítulo IV (artículo 141) se establece lo referente a la prevención y control de la contaminación del suelo. Para ello es necesario:

- El control de los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
- Las acciones tendientes a recuperar las condiciones iniciales de suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos.

En todo caso los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán para (artículo 142):

1. La operación de los sistemas de limpia, recolección, clasificación, reciclaje y de la disposición final en rellenos sanitarios adecuados de residuos municipales e industriales no peligrosos;

2. La generación, manejo y disposición final de residuos industriales no peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen

Los artículos 143 y 144 indican que los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para evitar la contaminación del suelo; las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; las alteraciones en el suelo que afecten su aprovechamiento, uso o explotación y riesgos y problemas de salud. Para ello las autoridades correspondientes deberán regular y vigilar:

- ❖ La racionalización de la generación de residuos sólidos en los centros de población;

- ❖ A los generadores tales como prestadores de servicios de salud, hospitales, industriales, hoteleros y agricultores sobre la recolección, tratamiento, reuso o bien disposición final de desechos sólidos no peligrosos;

- ❖ El registro de transportistas, permisionarios, centros de acopio, incineradores, almacenes o rellenos sanitarios que en el territorio se relacione con el manejo de residuos sólidos municipales, domésticos, industriales no peligrosos, agropecuarios, hospitalarios y hoteleros, que se integrará al Sistema Estatal de Información Ambiental y Recursos Naturales;

- ❖ La separación de los residuos sólidos para facilitar su reuso y/o reciclaje;

- ❖ Los sistemas de manejo y disposición final de residuos sólidos en los centros de población;

- ❖ La fabricación de empaques y envases para todo tipo de producto, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos; y

En todo caso sigue siendo facultad del municipio la operación y regulación de los sistemas de limpia municipales para evitar la contaminación del suelo. (Artículo 145):

- ❖ La implantación, el funcionamiento y el mejoramiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos, ya sean operados por los propios municipios o concesionados;

- ❖ La instalación y operación de centros de acopio de residuos sólidos municipales y domésticos, orgánicos e inorgánicos para su reuso, tratamiento y reciclaje;

- ❖ El depósito o la quema de residuos sólidos en bienes de uso común, caminos, carreteras, vías públicas, lotes baldíos, así como los cuerpos y corrientes de agua, la red de drenaje y alcantarillado;

- ❖ La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras;

- ❖ El funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, y transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de desechos sólidos municipales e industriales no peligrosos, ya sean operados por los municipios o concesionados; y

- ❖ La promoción y la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con el ejecutivo estatal para impulsar estas medidas.

Asimismo en el artículo 178 se establece una sanción de tres a cien días de salario mínimo vigente (DSMV) a quienes generen residuos sólidos de origen doméstico sin atender las disposiciones dictadas por los ayuntamientos. De cien a mil DSMV a quien deposite o arroje residuos en la vía pública o queme éstos o cualquier material no peligroso al aire libre; lleve a cabo el manejo y disposición final de residuos de origen agropecuario, industrial, comercial o de servicios, sin contar con la autorización respectiva; deposite materiales o residuos que obstruyan las redes de drenaje y alcantarillado o cuerpos receptores de los municipios del Estado (artículo 179). De cien a cinco mil DSMV a propietarios de fuentes fijas que no prevean y minimicen la generación y descarga de contaminantes y residuos o no maneje los residuos que se generen; no cumplan con los programas de prevención, minimización, reciclaje, tratamiento, reuso y

disposición de contaminantes y residuos, cuando éstos se requieran por la cantidad o naturaleza de los contaminantes o residuos generados.

F.Ley de Salud del Estado de Morelos (Publicada el 29 de junio de 2005, última reforma 11 de diciembre de 2008)

Siendo el manejo inadecuado de los RSU un problema ambiental y que de ello se pueden derivar problemas de sanidad, la Ley de Salud del Estado de Morelos dedica el capítulo XIII del título décimo quinto a regular sobre el servicio público de limpia, en el se especifica que dicho servicio se sujetará a:

I. Los residuos sólidos se manipularán lo estrictamente indispensable durante el transporte a su destino final, vigilando que no se ocasionen riesgos a la salud y al medio ambiente;

II. Queda prohibida la quema o incineración de residuos sólidos, cuya combustión sea nociva para la salud y al medio ambiente, fuera de lugares que determine la autoridad sanitaria;

III. Los residuos sólidos patológicos de los establecimientos de atención médica deberán manejarse separadamente de los otros, procediéndose a su incineración o eliminación a través de cualquier método previsto en las disposiciones legales aplicables;

IV. Los restos de animales encontrados en la vía pública deberán ser incinerados o enterrados por la Autoridad Municipal, procurando que se haga antes de que entren en Estado de descomposición y de conformidad con las normas correspondientes; y

V. El depósito final de los residuos sólidos deberá cumplir con los criterios de ubicación y funcionamiento establecidos por las autoridades de protección al ambiente.

G. Reglamento Interior del Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Morelos denominado Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (Publicado 31 de enero de 2001)

En el ámbito de los residuos sólidos, el Reglamento Interior de la CEAMA establece que al Subsecretario le corresponde (art. 21):

- Asesorar y apoyar técnicamente a los Municipios del Estado, previa solicitud que estos realicen, a fin de mejorar o en su caso implementar sistemas de recolección o disposición final de residuos sólidos, de acuerdo a los convenios que para efecto se realicen.

- Aplicar y evaluar los convenios en materia de recolección y disposición final de residuos sólidos, centros de acopio y compostas, celebre la CEAMA con la Federación, con los, municipios de la Entidad así como con los sectores social y privado de la Entidad.

Corresponde a la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental (artículo 37):

- En coordinación con los municipios, promover la participación de los sectores social y privado en el establecimiento de compromisos relacionados con la recolección, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos.

- Promover convenios en materia de recolección y disposición final de residuos, centros de acopio y compostas.

H. Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos (Publicado el 29 de febrero de 2008)

El Reglamento tiene por objeto reglamentar y establecer las disposiciones que propicien el estricto cumplimiento de la Ley de Residuos Sólidos del Estado de Morelos, y rige en todo el territorio del Estado y su aplicación corresponde al ejecutivo del Estado a través de la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA), sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Estatal y Federal, así como a los Municipios en sus respectivos ámbitos de competencia, de conformidad con el marco legal aplicable y los instrumentos jurídicos de coordinación que se suscriban.

En el artículo 4, se menciona que corresponde al Ejecutivo del Estado por conducto de la CEAMA, las siguientes atribuciones:

I. La formulación, conducción y evaluación la política estatal en materia de residuos sólidos;

II. La elaboración y la actualización, así como la difusión del diagnóstico básico de residuos sólidos, así como el padrón de prestadores de servicios de manejo de residuos sólidos de su competencia;

En sus fracciones III y IV, la elaboración, ejecución y actualización del Programa de Manejo de Residuos Sólidos Estatal, el cual deberá de incluir estrategias y acciones a corto plazo para detener la creación de tiraderos a cielo abierto en el territorio estatal; así como la expedición de normas ambientales para el Estado de Morelos en materia de prevención, reutilización, reciclado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos;

En sus fracciones V y VI, la inspección, verificación y vigilar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley, el reglamento y las normas ambientales y las normas oficiales mexicanas aplicables al manejo integral de los residuos sólidos y peligrosos de su competencia; así como el promover la adopción de medidas preventivas para evitar contingencias ambientales o emergencias relacionadas con el manejo y disposición final de residuos.

En sus fracciones VII y VIII, el proporcionar asistencia técnica a los Municipios que lo soliciten; para la elaboración de los programas municipales de manejo de residuos sólidos urbanos; así como el coordinar acciones de prevención y control de la contaminación por residuos sólidos y la remediación o restauración del suelo. En sus fracciones IX, X, XI y XII, el otorgamiento de las autorizaciones a que se refiere la Ley y el presente ordenamiento; la integración del inventario de sitios contaminados por residuos sólidos; así como la integración del órgano de consulta estatal en materia de gestión integral de residuos sólidos, y el establecimiento de convenios con:

- a) Las autoridades federales, estatales y municipales, en materia de residuos;
- b) Los generadores de residuos para el desarrollo de planes de manejo de residuos de manejo especial;
- c) Productores, importadores, distribuidores y comercializadores de productos que posterior a su consumo, se sujeten a planes de manejo para su devolución por parte de los consumidores a fin de que se aprovechen los materiales valorizables contenidos en ellos;
- d) Integrantes del Sector Educativo;

e) Cámaras y Asociaciones Empresariales para impulsar la formulación y ejecución de los planes de manejo de residuos de manejo especial de las distintas actividades productivas de la entidad, así como para fomentar el desarrollo de mercados y de la bolsa de subproductos, y

f) Los medios de comunicación masiva a fin de promover campañas de información sobre el manejo de residuos.

En lo que se refiere a los municipios y sus funciones en el manejo integral de residuos sólidos urbanos, según el reglamento tienen las siguientes facultades (artículo 5):

I. La formular, conducción y evaluación de la política municipal de residuos sólidos urbanos acorde con la política estatal;

II. La elaboración, actualización y difusión del diagnóstico básico municipal de residuos sólidos urbanos y el padrón de prestadores de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos;

III. La elaboración, ejecución y actualización del Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos Municipal de conformidad con el Programa Estatal;

IV. La formulación, verificación y vigilancia de la aplicación de los ordenamientos jurídicos locales para sustentar sus sistemas de gestión integral de residuos sólidos urbanos;

V. La organización y apoyo a brigadas de vigilantes ambientales;

VI. La participación en la implantación de medidas para evitar contingencias ambientales y emergencias por residuos;

VII. La organización administrativa y la prestación del servicio público de limpia, consistente en el barrido de áreas comunes, vialidades y demás vías públicas, así como la recolección y manejo integral de los residuos sólidos urbanos domiciliarios y de pequeños generadores de conformidad con la Ley, este Reglamento, las normas ambientales del Estado de Morelos y las normas oficiales mexicanas aplicables;

VIII. El cobro de la recolección y manejo integral de los residuos sólidos urbanos;

IX. La aplicación de los estímulos fiscales conforme a las disposiciones legales aplicables;

X. La concesión del servicio público de limpia para que opere de conformidad con lo dispuesto en la Ley, este Reglamento, las normas ambientales del Estado de Morelos y las normas oficiales mexicanas aplicables;

XI. La organización de foros y campañas para promover la participación ciudadana en la prevención de la contaminación por residuos, la limpieza de sus comunidades y la formulación y ejecución del Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos Municipal;

XII. La integración de un órgano de consulta municipal en materia de prevención y gestión integral de residuos sólidos, para fomentar la participación informada, organizada y efectiva de las entidades y dependencias de la administración pública municipal, del sector productivo, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil en general;

XIII. El establecimiento de convenios con autoridades de los tres órdenes de gobierno, así como con los demás sectores para el logro de los objetivos de la Ley y este Reglamento;

XIV. El requerimiento de informes a concesionarios de los servicios de limpia y empresas de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos;

XV. La convocatoria y apoyo a organizaciones de la sociedad civil involucradas en actividades tendientes a fortalecer la capacidad de gestión integral de residuos sólidos a nivel municipal, entre otros a través de la creación y operación de centros de acopio de materiales valorizables;

XVI. La convocatoria en coordinación con la CEAMA a las instituciones educativas locales a participar en actividades tendientes a crear una cultura de consumo y producción sustentable que prevenga la generación de residuos, incremente la recuperación de materiales valorizables y contribuya a evitar riesgos al ambiente y la salud por residuos, y

XVII. El impulso, en coordinación con la CEAMA para la adopción y seguimiento de la aplicación de sistemas de manejo ambiental en las dependencias municipales.

En el artículo 6, se menciona que las personas físicas o morales, que con motivo de sus actividades generen o manejen residuos, están obligadas a darles un manejo ambiental y sanitariamente adecuado de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento y demás disposiciones jurídicas que sean aplicables.

En el caso de grandes generadores, estarán sujetos a las disposiciones de la legislación ambiental del Estado de Morelos.

En el Título Tercero, en cuanto al manejo integral de los residuos sólidos, estos se clasifican para los efectos de este Reglamento en (artículo 33):

Categoría I. Residuos orgánicos: que provienen de seres vivos o procesos biológicos y tienen capacidad de descomponerse bajo la acción de microorganismos;

Categoría II. Residuos inorgánicos: están constituidos por materiales de origen mineral o se encuentran mineralizados y no interviene el carbono como elemento fundamental, y

Categoría III. Residuos mixtos: mezclas de residuos de diferentes características.

Subcategorías:

I.a) Residuos orgánicos húmedos: son aquellos que se pueden biodegradar por actividades metabólicas de organismos aeróbicos o anaeróbicos en cuestión de días, hasta 180, como los restos de comida, de animales y vegetales.

I.b) Residuos orgánicos secos: son los que por la complejidad de sus moléculas no se degradan fácilmente por procesos biológicos naturales y son susceptibles de reciclado, como el papel, cartón, plásticos, textiles y madera.

En lo que respecta a los residuos de manejo especial en el Reglamento se clasifican como (artículo 34):

Categoría I. Residuos de procesos: que son los generados en el conjunto de actividades productivas relativas a la extracción, producción, obtención elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de materias primas, productos y servicios, y

Categoría II. Residuos de consumo: que son los derivados de la eliminación de materiales, productos y de sus envases y embalajes, que corresponden a los residuos sólidos urbanos generados por grandes generadores.

En el artículo 35 se menciona que las personas físicas o morales que de acuerdo con la Ley General son consideradas como grandes generadoras de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para los efectos de este Reglamento se clasifican como:

- I. Categoría A. Quienes generen más de 1 tonelada por día o más de 366 por año;
- II. Categoría B. Quienes generen más de 250 hasta 999.99 kilogramos por día o más de 91 hasta 365.99 toneladas por año, y
- III. Categoría C. Quienes generen más de 27,5 hasta 249.99 kilogramos por día o más de 10 hasta 90.99 toneladas por año.

Por otro lado, en lo que respecta a las obligaciones de los generadores de residuos, en el artículo 58, se establece que los generadores de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y de residuos peligrosos competencia del Estado, están obligados a entregarlos a los servicios públicos o privados autorizados a llevar a cabo su recolección y manejo integral, salvo que se trate de residuos sujetos a un plan de manejo notificando a la CEAMA en el cual se sometan a intercambio, donación o valorización aprobado por ésta.

En cuanto al inventario y administración de los sitios contaminados, en el artículo 105, se establece que la CEAMA elaborará y mantendrá actualizado el inventario de sitios contaminados por residuos sólidos, que contendrá al menos los datos siguientes:

- I. Mapas de uso del suelo y localizaciones de los sitios contaminados o potencialmente contaminados;
- II. Estratificaciones metropolitanas, urbanas, semiurbanas o rurales relacionadas con ellos;
- III. Vías de comunicación aledañas;
- IV. Geología e hidrografía del sitio;
- V. Áreas de protección o restricción legal;
- VI. Localización de pozos de abastecimiento de agua, mapas de profundidad del nivel del agua subterránea y perímetros de protección de los pozos;
- VII. Localización de cuerpos de agua o captación de aguas superficiales, e
- VIII. Información relacionada a posibles daños a la salud derivados de la contaminación que presente en el sitio.

Por último los Capítulos VIII, IX y X del Título III, se abordan aspectos relacionados con la inspección, verificación, vigilancia, infracciones, sanciones y medidas de seguridad.

I. Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012

El Plan Estatal de Desarrollo 2007 – 2012, fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el 27 de Marzo del 2007, lo establecido en el Plan está relacionado con los siguientes aspectos:

- ❖ Crear programas de separación de residuos sólidos desde origen e incentivar a quienes realicen la separación de los mismos.
- ❖ Propiciar que los municipios cuenten con el diagnóstico que les permita implementar la gestión integral de los residuos.
- ❖ Elaborar la Ley estatal de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y,
- ❖ Elaborar el programa estatal de gestión integral sustentable de residuos

Los aspectos mencionados anteriormente quedaran cumplidos a cabalidad una vez que se termine este programa.

4.6.3 Legislación Municipal en Materia de Residuos Sólidos

Figura 4.5 Legislación Municipal en Materia de Residuos



A. Bandos de Policía y Buen Gobierno

En cada uno de los 33 municipios del Estado de Morelos, se cuenta con su respectivo bando de policía y gobierno. En la tabla siguiente, se muestra la fecha de la última actualización en el periódico oficial “Tierra y Libertad”.

Tabla 4.5 Bandos de Policía y Buen Gobierno

Número consecutivo	Municipio	Última Fecha De Publicación
1	Amacuzac	06 de diciembre de 1995
2	Atlatahuacan	17 de marzo del 2010
3	Axochiapan	03 de octubre de 2007
4	Ayala	11 de marzo del 2009
5	Coatlán del Río	22 de diciembre del 2004
6	Cuautla	01 de marzo del 2004
7	Cuernavaca	15 de julio de 1998
8	Emiliano Zapata	14 de noviembre del 2007
9	Huitzilac	21 de julio del 2004
10	Jantetelco	17 de febrero del 2010
11	Jojutla	12 de mayo del 2004
12	Jonacatepec	10 de marzo del 2010
13	Jiutepec	15 de enero del 2003
14	Mazatepec	18 de abril del 2007
15	Miacatlan	09 de mayo del 2007
16	Ocuituco	29 de octubre del 2003
17	Puente de Ixtla	19 de noviembre del 2008
18	Temixco	31 de octubre del 2001
19	Temoac	23 de febrero del 2005
20	Tepalcingo	11 de julio del 2007
21	Tepoztlan	14 de noviembre del 2007

Número consecutivo	Municipio	Última Fecha De Publicación
22	Tetecala	25 de julio del 2007
23	Tetela del Volcán	05 de noviembre del 2003
24	Tlalnepantla	27 de mayo del 2009
25	Tlaltizapan	22 de abril del 2010
26	Tlaquiltenango	14 de julio del 2004
27	Tlayacapan	17 de enero del 2001
28	Totolapan	29 de septiembre del 2004
29	Xochitepec	25 de julio del 2007
30	Yautepec	01 de noviembre del 2006
31	Yecapixtla	25 de septiembre del 2002
32	Zacatepec	16 de julio del 2008
33	Zacualpan de Amilpas	05 de enero del 2005

Como se puede observar en la tabla anterior, algunos de los municipios cuentan con un bando cuya última publicación data de más de seis años, lo que representa un rezago en cuanto a los aspectos y conceptos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003 y la Ley Estatal de residuos y sus reglamentos.

4.6.4 Conclusiones

El Estado cuenta con el marco jurídico suficiente para que se establezcan en los municipios programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Por otra parte, los municipios con el apoyo del Estado deberán hacer un esfuerzo con la finalidad de contar con las herramientas jurídicas necesarias desarrollando el marco legal municipal, con base en la ley federal y estatal y sus reglamentos, dando las pautas en los bandos de policía y buen gobierno y específicas en los reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.

Los municipios deben de cambiar del régimen de los reglamentos de limpia por el reglamento mencionado en el párrafo anterior y por lo tanto es necesario que dentro de la estructura orgánica municipal transformar la anterior jefatura de limpia por un organismo que sea el responsable de la prevención y gestión integral de los residuos, organismo que se encargará no solamente de la recolección y la disposición final como actualmente se lleva a cabo, sino de todo lo relacionado con el control de los residuos sólidos urbanos y los que le confiere la Ley General y la Ley Estatal en la materia y sus reglamentos, donde la capacitación, la educación y la parte administrativa, legal y de planeación sea desarrollada por este organismo o con el apoyo de otras áreas del municipio.

4.7 Diagnóstico

A continuación se presenta el levantamiento y análisis de la información recabada referente al sector residuos sólidos en el Estado (RSU, RME y RP), el cual permite obtener la descripción de la situación actual concerniente a las características de los RSU, organización y operación actual del servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos y algunos aspectos sociales relevantes.

Para facilitar el análisis el Estado de Morelos se dividió en ocho regiones:

Zona Conurbada de Cuernavaca ¹	Cuernavaca	Región Sur Oriente	Axochiapan
	Emiliano Zapata		Jantetelco
	Jiutepec		Jonacatepec
	Temixco		Temoac
	Xochitepec		Tepalcingo
Región Nor Oriente	Atlatlahucan	Región de los Altos de Morelos	Zacualpan de Amilpas
	Ocuituco		Tlalnepantla
	Tetela del Volcán		Tlayacapan
	Yecapixtla		Totolapan
Región Poniente	Coatlán del Río	Otros municipios	Cuautla
	Mazatepec		Huitzilac
	Miacatlán		
	Tetecala	Región Centro sur	Amacuzac
Región Centro	Ayala		Jojutla
	Tepoztlán		Puente de Ixtla
	Yautepec		Tlaltizapán
			Tlaquilenango
			Zacatepec de Hidalgo

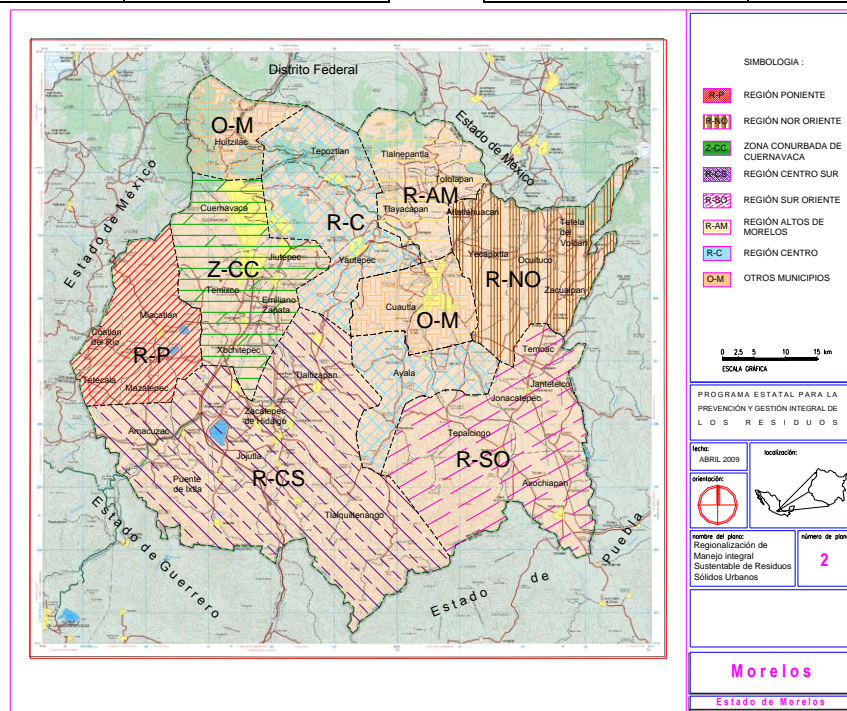


Figura 4.6 Regionalización del Estado de Morelos

4.7.1 Residuos Sólidos Urbanos

¹ Actualmente esta región no se encuentra conformada y los municipios trabajan de manera independiente. Con fines de identificación para el Programa Estatal se considerará como la Zona Conurbada de Cuernavaca.

4.7.1.1 Generación

La zona conurbada de Cuernavaca genera 1,086.26 ton de RSU al día, la región nororiente 52.80 ton, la región poniente 32.5 ton, la región centro sur 154.75 ton, la región sur oriente 65.98 ton, la región Altos de Morelos 24.17, la región Centro 233.11 ton y los otros municipios 191.93 ton. El total del Estado de Morelos es de 1,841.50 toneladas de RSU generados al día. La información se basó en los diagnósticos realizados por la CEAMA y fueron actualizados al año 2009.

Tabla 4.6. Población y Generación Total de Residuos en Morelos (2009)

Zona o Región	Municipio	Habitantes (2009)	Generación (ton/día)
Zona Conurbada de Cuernavaca ¹	Cuernavaca	362,300	553.03
	Emiliano Zapata	78,704	79.92
	Jiutepec	190,270	279.26
	Temixco	104,120	114.07
	Xochitepec	60,359	59.96
	Total regional	795,753	1,086.26
Región Nor Oriente ²	Atlatlahucan	14,177	8.974
	Ocuituco	15,632	7.876
	Tetela del Volcán	18,179	9.159
	Yecapixtla	42,353	26.797
	Total regional	90,341	52.80
Región Poniente ³	Coatlán del Río	7,629	5.67
	Mazatepec	8,583	7.27
	Miacatlán	22,276	14.79
	Tetecala	6,232	4.76
	Total regional	44,720	32.50
Región Centro Sur ⁴	Amacuzac	14,555	9.43
	Jojutla	50,196	36.91
	Puente de Ixtla	59,091	44.73
	Tlaltizapán	44,870	15.51
	Tlaquitenango	29,201	22.85
	Zacatepec de Hidalgo	33,906	25.33
	Total regional	231,819	154.75
Región Sur Oriente ⁵	Axochiapan	30,454	21.95
	Jantetelco	13,911	8.75
	Jonacatepec	13,696	7.23
	Temoac	12,828	6.57
	Tepalcingo	22,453	17.47
	Zacualpan de Amilpas	7,842	4.00
	Total regional	101,184	65.98
Región de los Altos de Morelos ⁶	Tlalnepantla	5,919	3.56
	Tlayacapan	15,373	12.41
	Totolapan	11,168	8.20
	Total regional	32,460	24.17
Región Centro ⁷	Ayala	70,179	64.90
	Tepoztlán	39,361	47.00
	Yautepec	86,581	121.21
	Total regional	196,121	233.11
Otros municipios ⁸	Cuautla	167,919	179.67
	Huitzilac	15,291	12.26
	Total regional	183,210	191.93

Zona o Región	Municipio	Habitantes (2009)	Generación (ton/día)
Total Estatal		1,675,608	1,841.50

1. Estudios realizados por Thesis consulting, 2006 y actualizada por IDS.
 2. Estudios realizados por Incremi, 2009.
 3. Estudios realizados por ETEISA ,2006y actualizada por IDS.
 4. Estudios realizados por ETEISA ,2006 y actualizada por IDS.
 5. Estudios realizados por ETEISA, 2006 y actualizada por IDS.
 6. Estudios realizados por IDS, 2009.Ver anexo B y el documento de Diagnóstico Región Altos de Morelos.
 7. Estudios realizados por IDS, 2009. Ver anexo B y el documento de Diagnóstico Región Centro.
 8. Huitzilac: Estudios realizados por Hidro Industrial Ingeniería Ambiental, 2008 y actualizada por IDS.
- Cuautla: Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Cuautla, realizado por PIESA (En Proceso, 2009).

4.7.1.2 Composición

Para la composición en el Estado se observa lo siguiente:

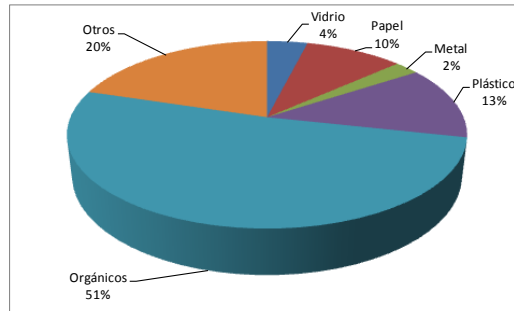
Tabla 4.7. Composición de los RSU por región (% en peso)

Región o Zona	Vidrio	Papel	Metal	Plástico	Orgánicos	Otros
Conurbada Cuernavaca ¹	3.8	9.1	2.2	14.2	55	15.6
Nororiente ²	5.8	10.6	3.5	19	38.7	22.3
Poniente ³	7.4	10.7	3.2	14.2	33.7	30.75
Centro Sur ⁴	3.4	9.5	1.3	14	48.5	23.3
Sur oriente ⁵	2.3	10.3	0.7	14.2	55	15.6
Altos de Morelos ⁶	2.7 - 5	4.7 - 8.18	1.6 - 3.4	3.6 - 5.6	47.6 - 56.4	26.6 - 37.1
Centro ⁷	3.9 – 5.2	8.4 – 9.9	2 - 4.5	4.6 – 7.3	29 – 44.8	32.5 – 46.4
Cuautla	2.98	11.34	3.03	8.86	55.70	18.09
Huitzilac ⁸	10.3	9.3	2.56	14.2	38.2	25.2

1. Estudios realizados por Thesis consulting, 2006.
 2. Estudios realizados por Incremi, 2001
 3. Estudios realizados por ETEISA ,2006
 4. Estudios realizados por ETEISA ,2006.
 5. Estudios realizados por ETEISA, 2006.
 6. Estudios realizados por IDS, 2009, (ver anexo B y el documento de Diagnóstico Región Altos de Morelos).
 7. Estudios realizados por IDS, 2009, (ver anexo B y el documento de Diagnóstico Región Centro).
 8. Huitzilac: Estudios realizados por Hidro Industrial Ingeniería Ambiental, 2008 y actualizada por IDS
- Cuautla: Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Cuautla, realizado por PIESA (En Proceso, 2009).

Considerando los datos anteriores así como la participación porcentual de la generación de residuos sólidos en cada uno de los municipios, se obtiene finalmente la composición de subproductos en el Estado. En la figura 4.7, se muestra dicha composición.

Figura 4.17. Composición Promedio de los RSU en el Estado (% en peso)

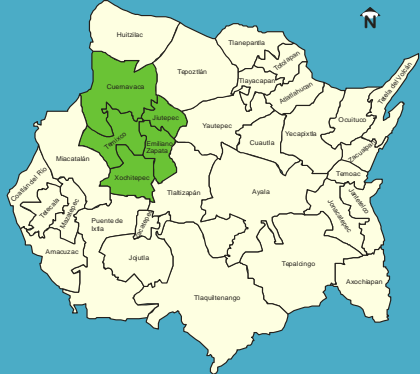


En el anexo C, se presenta un análisis del mercado potencial de subproductos en el Estado considerando la información sobre composición de RSU por región.

4.7.2 Operación Actual por Procesos

Las tablas siguientes muestran las características de los sistemas de aseo urbano que imperan en los municipios del Estado, se integran aspectos sobre el personal, equipos y cantidad de residuos manejados.

<p>Tabla 4.8. Características del Sistema de Aseo Urbano ZONA CONURBADA DE CUERNAVACA</p>						
Municipio	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Cuernavaca	Cajas de Cartón, madera, botes de plástico y metal, bolsas de plástico	<u>86 barrenderos</u> para barrido manual en la cabecera municipal. 7 días a la semana. Barrido mecánico concesionado a la empresa PASA	<u>Actualmente este servicio esta concesionado a la empresa PASA Cuernavaca S.A. de C.V. Se atienden a 32 rutas 38 vehículos capacidad total = 600 m³</u>	<u>Actualmente este servicio esta concesionado a la empresa PASA Cuernavaca S.A. de C.V.</u>	Cuenta con una planta de compostaje de 48 m³ de capacidad instalada, donde se procesa un volumen de residuos de 24 m³/día	En el relleno sanitario de Loma de Mejía concesionado a la empresa PASA Superficie = 12.5 has
Emiliano Zapata	<u>14 Contenedores de 8 m³</u> Cajas de Cartón, madera, botes de plástico y metal, bolsas de plástico	<u>11 Barrenderos.</u> Sólo en la cabecera municipal. Manual 6 días a la semana	<u>18 rutas de recolección 22 vehículos (2 compactadores, 3 contenedores, 12 redilas, 5 pickup).</u> Hay recolección privada sin concesión	La realizan los vehículos particulares y del municipio directamente al sitio	Cuentan con una planta de selección de subproductos reciclables 21 ton/día	<u>Disponen 80 ton/día</u> Tiradero controlado Ex Hacienda de Dolores Superficie = 21.4 has
Jiutepec	Cajas de Cartón, madera,	<u>11 Barrenderos.</u>	<u>38 personas 12 vehículos con</u>	Estación de Transferencia	Composteo	No cuenta con sitio, se

Tabla 4.8. Características del Sistema de Aseo Urbano ZONA CONURBADA DE CUERNAVACA						
	botes de plástico y metal, bolsas de plástico	Sólo en la cabecera municipal. Manual 7 días a la semana	<u>compactación</u> Capacidad total 197.3 m ³ En buen estado	<u>2 cajas de transf.</u> Capacidad 140m3 Hay pepenadores		desconoce a donde son transferidos los residuos
Temixco	Cajas de Cartón, madera, botes de plástico y metal, bolsas de plástico	<u>7 Barrenderos.</u> Sólo en la cabecera municipal. Manual 5 días a la semana.	<u>35 personas</u> <u>4 vehíc. CT/CC</u> <u>4 camionetas roll on-of</u> <u>2 camiones de volteo</u> Capacidad total 50 m ³ .	Utilizan una Estación de Transferencia temporal	No hay.	Se dispone en rellenos del Estado de México, se cuenta con la caracterización para la construcción de un relleno sanitario en Temixco
Xochitepec	Cajas de Cartón, madera, botes de plástico y metal, bolsas de plástico	<u>8 Barrenderos.</u> En la cabecera municipal diario. <u>En 12 colonias una vez por semana</u> Manual	<u>5 choferes y 7 ayudantes</u> <u>5 vehículos</u> Capacidad total 46 m ³ Todos en buen estado	Utilizan una Estación de Transferencia temporal	Composteo	Se dispone en rellenos sanitarios del Estado de México

NOTA: LOS DATOS CORRESPONDEN A INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA CEAMA DE DIAGNÓSTICOS ELABORADOS POR TESHIS CONSULTING EN 2006, Y A DATOS ACTUALIZADOS POR LOS MUNICIPIOS.

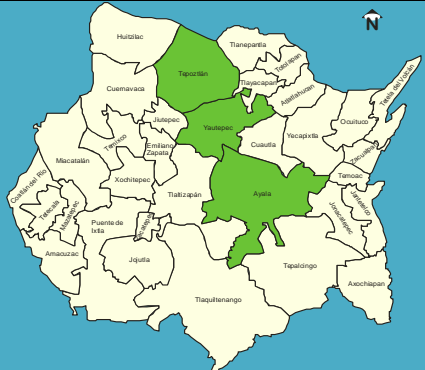
<p>Tabla 4.9. Características del Sistema de Aseo Urbano REGIÓN NOR ORIENTE</p>						
Municipio	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Atlatlahucan	En costales y bolsas de plástico	3 Barrenderos. Sólo en la cabecera municipal. Manual	2 choferes y 3 ayudantes 2 vehículos Están en buenas condiciones	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay	Superficie 24 ha Los cuatro municipios depositan en el relleno sanitario regional ubicado en el Municipio de Yecapixtla.
Ocuituco	En costales y bolsas de plástico	9 Barrenderos. Sólo en la cabecera municipal. Manual	1 camión compactador 1 camión volteo	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay	
Tetela del Volcán	En costales y bolsas de plástico	3 Barrenderos. Sólo en la cabecera municipal. Manual	1 chofer y ayudante 1 vehículo	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay	
Yecapixtla	En costales y bolsas de plástico	10 personas Sólo en la cabecera municipal. Manual. Diario	3 vehículos	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay	

NOTA: INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA CEAMA DE ESTUDIOS REALIZADOS POR INCREMI

Tabla 4.13. Características del Sistema de Aseo Urbano
REGIÓN ALTOS DE MORELOS

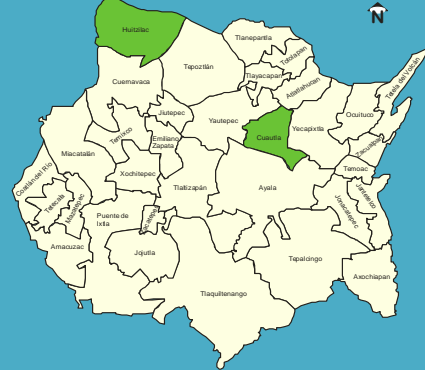
Municipio	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Tlalnepantla	En costales y bolsas de plástico.	1 Barrendero Sólo en la cabecera municipal. Manual 6 días a la semana	2 vehículos. Capacidad total 20 m ³ .	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay.	Se disp. 2 ton/día Tiradero a cielo abierto Superficie 0.43 has Pepenadores
Tlayacapan	Costales, bolsas de plástico, cajas de cartón, canastas y botes de plástico.	3 Barrenderos. Sólo en la cabecera municipal. Manual 7 días a la semana	7 choferes y 4 ayudantes 7 vehículos. Capacidad total 60 m ³ . 3 rebasan su vida útil	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay.	“Once vaciados” al día de 2 toneladas cada uno. Sitio Controlado Superficie 1.8 has Pepenadores
Totolapan	En costales, bolsas de plástico y botes de plástico.	Sólo en plaza principal. Manual	2 vehículos Capacidad total 20 m ³ 2 rebasan su vida útil	La realizan los camiones recolectores directamente al sitio	No hay.	Se disp. 13 ton/día Tiradero a cielo abierto Superficie 1.07 has 7 años de antigüedad

Dirección General de Legislación
Subdirección de Informática Jurídica

<p>Tabla 4.14. Características del Sistema de Aseo Urbano</p> <p>REGIÓN CENTRO</p>						
Municipio	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Ayala	En costales y bolsas de plástico.	No hay información	20 personas 12 vehículos. Capacidad total 85 m ³ . 4 rebasan su vida útil	No hay información	No hay información	Se disp. 72 ton/día Tiradero a cielo abierto Superficie 3 has Hay pepenadores 15 años de antigüedad
Tepoztlán	Costales y bolsas de plástico.	8 Barrenderos. Sólo en la cabecera municipal. Manual 7 días a la semana	24 personas 8 vehículos. Capacidad total 75 m ³ . 4 rebasan su vida útil	No hay información	Centro de acopio y separación en la fuente. Composteo	Tiradero a cielo abierto Superficie 7 has Pepenadores 20 años de antigüedad
Yautepéc*	En costales, bolsas de plástico y botes de plástico.	*9 Barrenderos Sólo en la cabecera municipal. Manual	*26 vehículos municipales Capacidad total 150 m ³ .	No hay información	*En la Admon. Pasada se hacía separación de residuos Composta	Se disp. 100-120 ton/día Tiradero a cielo abierto Superficie 5 has 24 años de antigüedad 30 pepenadores

NOTA: LOS DATOS CORRESPONDEN A INFORMACIÓN DE DIAGNÓSTICOS ELABORADOS POR IDS EN 2009

* LA INFORMACIÓN SE BASA EN EL PROYECTO EJECUTIVO DEL RELLENO SANITARIO DE YAUTEPEC ELABORADO EN 2001.

<p>Tabla 4.15. Características del Sistema de Aseo Urbano</p> <p>OTROS MUNICIPIOS</p>						
Municipio	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final (ton/día)
Cuautla	Costales y bolsas de plástico. Contenedores en el mercado (3 de 18 m ³) y en escuelas (14 de 6 m ³). Tambos de 200 litros en fraccionamientos y hoteles.	62 Barrenderos. Sólo en el Centro Histórico y avenidas principales. Manual. Una barredora mecánica en una ruta en avenidas principales y bulevares.	33 choferes 37 ayudantes. Método de acera 24 vehículos recolectores. Capacidad total 170 m ³ En regulares condiciones	No cuenta con esta infraestructura	No hay.	Relleno sanitario "La perseverancia" Se disp. 226 ton/día (en periodos vacacionales se llega a incrementar a 350 ton/día) Superficie 12 has
Huitzilac	Costales y bolsas de plástico. Contenedores en los	Un barrendero en la cabecera	4 choferes y 8 ayudantes 5 vehículos. Capacidad total	No cuenta con esta infraestructura	No hay.	Se disp. 12 ton/día Tiradero a cielo abierto

	fraccionamientos	municipal.	115 m ² . En buenas condiciones			Superficie 6 has 18 años de antigüedad 6-8 pepenadores
--	------------------	------------	---	--	--	--

4.7.2.1 Costos de operación.

En este apartado se describen los costos asociados al manejo de los RSU en los municipios del Estado, la información se basa en diagnósticos realizados por empresas entre los años 2006 y 2009. De la información recopilada se observa que la recolección tiene un costo que va desde los \$130.00 hasta \$206 por tonelada recolectada.

En el caso de los municipios que cuentan con transferencia (Cuernavaca y Jiutepec) su costo va desde los \$58.66 hasta los \$67.37 por tonelada transportada. En el caso de la disposición final se presentan dos casos; en el que se renta el terreno y se cuenta con maquinaria los costos van desde los \$20.52 hasta los \$124.09 por tonelada dispuesta. El caso en el que el municipio es dueño del terreno y de la maquinaria los costos oscilan entre los \$20.30 y los \$30.28 por tonelada dispuesta.

Por otra parte, el barrido manual tiene un costo que oscila entre \$111.00 hasta los \$315.00 por kilómetro barrido.

4.7.2.2 Gerenciamiento del SAU

Estructura organizacional. Los servicios relacionados con el manejo integral de los residuos sólidos son coordinados y administrados por diferentes entidades como se muestra en la tabla 4.16. Se observa que en 17 municipios el sistema de limpia depende directamente de una Dirección de Servicios Públicos Municipales, en 6 depende de una Dirección de Ecología y en 10 no se cuenta con la información o no tienen una Dirección responsable dentro de su organigrama.

Tabla 4.16. Estructura Organizacional del SAU en Morelos

Dependen de la Dirección de Servicios Públicos Municipales	Dependen la Dirección de Ecología o Protección Ambiental	Información no disponible o no cuentan con una Dirección responsable
Tlalquitenango, Jojutla, Amacuzac, Axochiapan, Jantetelco, Temoac, Zacualpan de Amilpas, Coatlán del Río, Tetecala, Cuernavaca, Jiutepec, Xochitepec, Emiliano Zapata, Temixco, Ayala, Tlayacapan, Tlatizapan.	Zacatepec, Tepalcingo, Mazatepec, Puente de Ixtla, Miatlán del Río, Jonacatepec.	Yecapixtla, Tepoztlán, Yautepec, Tlalnepantla, Totolapan, Ocuituco, Tetela del Volcán, Atlatlahuacan, Cuautla, Huitzilac.

Actualmente sólo se encuentra constituido un organismo operador, el cual fue aprobado por el Congreso del Estado, para la operación del relleno sanitario de la Región Poniente.

Recursos Humanos y Materiales. Los recursos disponibles se pueden consultar con mayor detalle en las tablas presentadas en el punto 7.2.- Operación Actual por Procesos. En la tabla 4.17 se presenta un resumen sobre el personal y equipamiento disponible para el manejo de los RSU.

Tabla 4.17. Infraestructura Disponible en el Estado para el Manejo de RSU

Recursos	Almacenamiento	Barrido	Recolección	Transferencia y Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Humanos	-	250	444	66	6	-

Materiales	139 contenedores	-	201	12	* CA 8 * PC 1	*RS 4 TCA 22 * SC 1 * NCS 4
-------------------	------------------	---	-----	----	------------------	--------------------------------------

CA-Centro de Acopio, PC-Planta de Composta. RS- Rellenos Sanitarios

TCA- Tiradero a cielo Abierto, SC- Sitio Controlado, NCS-No se Cuenta con Sitio Propio.

En el barrido de calles laboran 250 personas y para la recolección se cuenta con 444, las cuales utilizan 201 vehículos de muy variadas características². Ocho municipios están trabajando en el acopio de materiales y sólo uno realiza el composteo. En el caso de la disposición final según la información proporcionada hay 22 tiraderos a cielo abierto, 4 rellenos sanitarios (Cuautla, Cuernavaca, Región Nor Oriente ubicado en Yecapixtla y Región Poniente ubicado en Mazatepec) un sitio controlado (el ubicado en el Municipio de Emiliano Zapata) y 4 municipios que no cuentan con un lugar para la disposición y que la realizan en el sitio de otro municipio. Aún así existen un número incontable de tiraderos clandestinos de los cuales no se tiene información. En el anexo D. se presenta la relación de sitios de disposición final registrados en el Estado.

Sistemas de Planeación. En el caso del municipio de Cuernavaca anualmente se prevé que el servicio de recolección y barrido se prestará sin contingencia alguna en los lugares y horarios descritos anteriormente, a excepción de las ferias que se realizan en el primer cuadro de la ciudad. No considera en la planeación alguna partida especial para enfrentar las contingencias que se puedan presentar a lo largo del año.

En el municipio de Tepoztlán, esta en marcha el Programa de Manejo Alternativo de Residuos Sólidos Municipales, el cual tiene el objetivo principal de implementar la recolección selectiva a partir de la concientización de la ciudadanía sobre la separación de materiales reciclables contenidos en sus residuos para así minimizar la cantidad que llega al sitio de disposición final. Este Programa inicio su operación en septiembre del 2007. De esa fecha al mes de junio de 2009, se tiene registrado un envío de aproximadamente 510 toneladas a proceso de reciclaje. Se tiene como meta a largo plazo separar y enviar a reciclaje por lo menos 1000 ton/año de materiales valorizables.

Cabe destacar que el esquema que se utiliza en el Municipio de Tepoztlán es el mismo que se utiliza en los Municipios de Jantetelco, Jonacatepec, Tetecala y Mazatepec, resaltando que en el Caso de Jantetelco, este inicio con el programa desde la administración anterior.

Por otra parte en el municipio de Tlayacapan se cuentan con el Programa de “Basura Cero” el cual consiste en promover la participación social en la separación de los residuos. En este programa se solicita a la ciudadanía que entregue separados sus residuos por tipo y se les orienta sobre la manera de fabricar composta casera con la fracción orgánica generada en sus hogares.

² Para mayor información consultar los diagnósticos completos de las ocho regiones.

En el municipio de Totolapan se esta llevando a cabo un Programa consistente en la separación de basura por tipo, el cual se inicia en barrios aledaños a la cabecera municipal y posteriormente en las comunidades.

Por otra parte, en cuanto a los otros municipios del Estado en la información recopilada y proporcionada por la CEAMA no se identificaron programas o acciones de planeación a corto, mediano y largo plazo.

Sistema comercial. En algunos municipios no se realiza el cobro por el servicio, en otros se puede decir que existen dos tipos de cobro por el servicio de recolección, una para el servicio de recolección domiciliar y otro para los servicios especiales.

En algunos municipios, como es el caso de Cuernavaca, el servicio de recolección domiciliar esta incluido en la cuota del servicio predial y se presta dentro de toda el área municipalizada.

El servicio de recolección especial es el que se presta a industrias y comercios que lo solicitan a las Direcciones de Aseo Urbano, este servicio tiene un costo en función de la cantidad de residuos que se generen.

El proceso de cobro para los servicios especiales es el siguiente: una vez que se ha estimado la cantidad de residuos que se generan en el establecimiento que solicita el servicio, las Direcciones de Aseo Urbano extiende una orden de servicio por un tiempo definido la cual debe de ser pagada ante la tesorería, tal también es el caso del municipio de Cuautla.

4.7.2.3 Aspectos sociales

Conciencia y educación ambiental. En el caso del municipio de Cuernavaca se tienen dos programas con participación social, la descacharrización en la que se brindan 24 servicios mensuales en las 8 delegaciones que conforman la ciudad de Cuernavaca, y el programa “Cuernavaca te quiero limpio” en el cual a petición de la ciudadanía se hace limpieza de calles y avenidas, por medio de hidrolavadoras.

En el municipio de Tepoztlán, dentro de las estrategias del Programa de Manejo Alternativo de Residuos Sólidos Municipales, se ha establecido inicialmente realizar un seguimiento continuo de instrucción de temas relacionados con los residuos, en el sector educativo de nivel básico.

Posteriormente a principios del 2008, en Tepoztlán se han realizado diversos talleres de capacitación dirigidos a personal académico, intendentes, personal administrativo y población escolar de todos los niveles educativos. Personal encargado de la implementación del Programa menciona la necesidad de incrementar el presupuesto asignado para dar continuidad al Programa, de hecho se cuenta con material didáctico que no ha podido ser reproducido en la cantidad necesaria para su difusión a la población, por falta de recursos económicos.

En lo que respecta a la existencia de algún programa de concientización y educación ambiental en el municipio de Totolapan, aún no se cuenta con alguno, dado que se encuentra en proceso de elaboración.

Por otra parte, en cuanto a los otros municipios del Estado en la información recopilada y proporcionada por la CEAMA no se identificaron programas o acciones de concientización y educación ambiental a corto, mediano y largo plazo.

Grupos ambientales. En el Estado existen una serie de grupos ambientalistas entre los que se encuentran:

- Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR)
- Instituto Morelense de Recicladores

- Guardianes de los Árboles
- Unión de Grupos Ambientalistas
- Greenpeace

Aspectos sociales de la pepena. Existe pepena en casi todos los municipios, en los lugares en donde existen contenedores y en los sitios de disposición final. De lo observado durante los diagnósticos se pudo constatar que en su mayoría los encargados de los sitios eran los pepenadores y en muy pocos casos hay un responsable por parte de los municipios.

4.7.3 Residuos de Manejo Especial

4.7.3.1 Características de los Residuos de Manejo Especial

En lo que respecta a la información sobre los Residuos de Manejo Especial (RME) en el Estado de Morelos, de acuerdo con el artículo 9, fracción I de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos, el cual establece que es facultad de las Entidades Federativas, formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que se encuentra en etapa de Consulta Pública.

Considerando que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos, es relativamente nueva tras su publicación en el Diario Oficial de la Federación el pasado 8 de octubre de 2003; se adoptaron nuevos conceptos relacionados al manejo y clasificación de los residuos sólidos en nuestro país, como por ejemplo la definición de residuos, la adecuación del Plan de Manejo, entre otros. Aunado a ello, fue adoptado también el concepto de Residuos de Manejo Especial y que por una parte vino a sustituir al concepto de residuos industriales no peligrosos, mismo que representaba una deficiencia legal, toda vez que consideraba exclusivamente al sector industrial, dejando de lado todos los residuos que ahora engloba el mismo concepto de Residuos de Manejo Especial.

En este sentido, los datos de generación, composición, costos, inversión en el sector etc. son muy escasos; sin embargo, y como ha quedado plasmado en los objetivos estratégicos que el Gobierno del Estado se ha planteado, en materia de RME se ha establecido el registro de planes de manejo y de programas para la instalación de sistemas destinados al manejo integral de dichos residuos y así como promover la creación de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

a) Generación

Considerando lo antes expuesto y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 36 del Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, es facultad de la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, previa aprobación de la manifestación de impacto ambiental de conformidad con los ordenamientos aplicables en la materia, autorizar las instalaciones y actividades que no sean de competencia Federal, relacionadas con el manejo de residuos sólidos en las que se realicen: transporte, almacenamiento temporal; transferencia; elaboración de composta; procesamiento de lodos activados que no sean considerados como peligrosos, provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales; tratamientos térmicos, químicos, físicos o biológicos; disposición

final, y descontaminación o remediación de suelos y sitios contaminados por residuos.

Como se ha planteado con anterioridad, es competencia del Estado, llevar el registro y control de las empresas autorizadas para el manejo de RME; en este sentido se cuenta con un padrón de apenas 18 empresas que cuentan con autorización por parte de la CEAMA, ver anexo E.

Tabla 4.18. Empresas Autorizadas para el Manejo de RME

Empresa	Actividad	Fecha de Autorización	Dirección	Municipio
Desperdicios Industriales Malba	Centro de Acopio Privado	03-sep-08	Calle Antonio Riva Palacio, Manzana 21, Lote 71, Col. Jardín Juárez	Jiutepec
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	03-sep-08		
Desperdicios Industriales de Cuernavaca S.A. de C.V.	Almacenamiento Temporal y Centro de Acopio de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	16-oct-08	Paseo Cuauhnáhuac, km. 13.8, Col. Progreso	Jiutepec
	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	16-oct-08		
	Tratamientos térmicos	16-oct-08		
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	16-oct-08		
Leticia Paola Melo Hernández (REPROCESA)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	29-oct-08	Calle Francisco González Bocanegra s/n, Colonia Independencia	Jiutepec
Centro de Acopio y Compostaje Punto Verde	Centro de Composteo	14-nov-08	Carretera Tepalcingo-Cuautla s/n, Colonia Campo de Tepalcingo	Tepalcingo
	Centro de Acopio Privado	14-nov-08		
Bodegas de Morelos S.A de C.V.	Transporte de Residuos de Manejo Especial	20-nov-08	Calle 21 Este 205, colonia CIVAC	Jiutepec
	Almacenamiento Temporal y Centro de Acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	24-mar-09		
	Transferencia de Residuos de Manejo Especial	26-mar-09		
PASA Cuernavaca S.A. de C.V.	Centro de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	20-nov-08	Calle Minería, No. 42, Colonia Loma Bonita	Cuernavaca
C. Ana María Mayen Saucedo	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	06-mar-09	Calle Ayuntamiento No. 7, Col. Ampliación San Mateo Nopala	Naucalpan, Estado de México
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	06-mar-09		

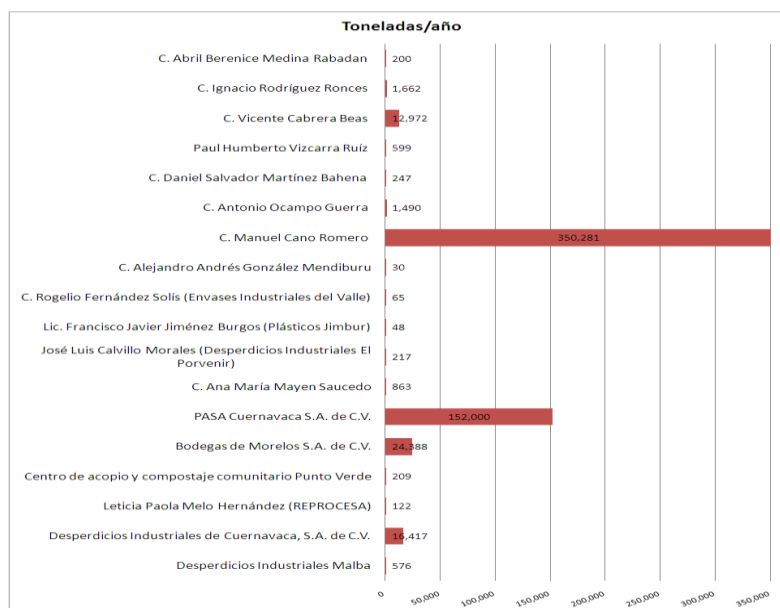
Empresa	Actividad	Fecha de Autorización	Dirección	Municipio
José Luis Calvillo Morales (Desperdicios Industriales El Porvenir)	Transporte de Residuos de Manejo Especial	13-feb-09	Calle Lázaro Cárdenas No. 70, Colonia El Porvenir	Jiutepec
	Centro de acopio y almacén temporal de Residuos Sólidos	09-mar-09		
Lic. Francisco Javier Jiménez Burgos (Plásticos Jimbur)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	23-abr-09	Calle San Francisco No. 1, Colonia El Saucillo	Pachuca, Estado de Hidalgo
C. Rogelio Fernández Solís (Envases Industriales del Valle)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	23-abr-09	Calle Medo. Hank González, entre Benito Juárez SN 271.	Naucalpan Estado de México
C. Alejandro Andrés González Mendiburu	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	15-may-09	Cda. Rafael Ángel de la Peña No. 247-1, Col. Tránsito	Delegación Cuauhtémoc, D.F.
C. Manuel Cano Romero	Almacenamiento temporal y centro de acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	15-may-09	Calle Ruiz Cortinez No. 134, Col. Morelos	Jiutepec
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	16-jun-09		
C. Antonio Ocampo Guerra	Almacenamiento temporal y centro de acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	02-jun-09	Carretera Mexico-Oaxaca No. 708, Ocl. Ampliación Plan de Ayala	Cuautla
C. Daniel Salvador Martínez Bahena	Transporte de Residuos de Manejo Especial	15-may-09	Calle Obradores No. 8, Colonia Vicente Guerrero	Jiutepec
Paul Humberto Vizcarra Ruíz	Transporte de Residuos de Manejo Especial	18-may-09	Calle Potrero Verde No. 3, Col. Jacarandas	Cuernavaca
C. Vicente Cabrera Beas	Transporte de Residuos de Manejo Especial	29-jun-09	Carretera México-Oaxaca No. 1100, Col. Empleado Municipal	Cuautla
C. Ignacio Rodríguez Ronces	Transporte de Residuos de Manejo Especial	12-jun-09	Calle Mar del Norte s/n, Col. Lomas de Tlahuapan	Jiutepec
C. Abril Berenice Medina Rabadán	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	21-jul-09	Av. Emiliano Zapata No. 210, Col. 3 de Mayo	Emiliano Zapata

Estas empresas están autorizadas para el manejo de residuos de manejo especial dentro del Estado de Morelos y a pesar de que algunas reportan sus domicilios fuera de dicho Estado, desarrollan sus actividades en todo el territorio de Morelos. Por otra parte, del padrón de autorizaciones se observa a siete empresas que prestan el servicio de manejo como centro de acopio de RME.

Por otro lado, considerando los datos presentados en el reporte semestral de cada una de las empresas autorizadas para manejo de RME, para el periodo

comprendido del mes de octubre del 2008 al mes de julio del 2009, en el Estado se dio manejo, tratamiento y/o disposición final a 562,384.82 toneladas de residuos de manejo especial al año, lo que equivale a que en el Estado se manejan diariamente 1,540.78 toneladas por empresas autorizadas, mismas toneladas que no se pueden considerar como generación total, toda vez que el número de empresas autorizadas no representa el total de las empresas que brindan algún tipo de servicio o tratamiento a los residuos de manejo especial, sin embargo, a la entrada en vigor del Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, publicado en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, el 29 de febrero de 2008, quedaron establecidas las condiciones para lograr y/o permitir una mejor regulación de la generación y prestadores de servicio de residuos de manejo especial.

Gráfica 7.2 Volumen de RME Manejados en Empresas Registradas



Como lo muestra la gráfica anterior, del total de residuos de manejo especial manejados en el Estado, son cinco empresas las que acumulan la mayor cantidad de manejo de los residuos.

Por otra parte, en cuanto a la generación de RME, se cuenta con un registro actualizado desde el mes de septiembre del 2008 hasta el mes de julio del 2009 de empresas generadoras en el Estado. De dicha información se observa que la generación de RME registrado en el Estado hasta dicha fecha es de aproximadamente 73.80 toneladas diarias. En el anexo F, se muestra a detalle toda la información sobre las empresas generadoras de RME actualmente registradas. De dicha información se observa que las empresas que generan la mayor cantidad de RME (por encima de una tonelada diaria), son las mostradas en la tabla 4.19.

Tabla 4.19. Empresas Registradas con Mayor Volumen de Generación de RME

Municipio	Nombre o Razón Social	Actividad y/o Producto Principal del Generador
Yecapixtla	Cone Denim Yecapixtla S.A. de C.V.	Acabado de hilos y telas de fibras blandas.
Jiutepec	No indicado	Fabricación y venta de tambores de acero y fibra de 40 a 208 lts
Jiutepec	Baxter S.A. de C.V.	Fabricación de sueros, bolsas para fraccionamiento de sangre y medicamentos
Jiutepec	Givaudan de México S.A. de C.V.	Elaboración de materias primas para alimentos de consumo humano
Cuautla	Embotelladora las Margaritas, S.A. de C.V.	Industria de las bebidas no alcohólicas
Jiutepec	Alucaps Mexicana S.A. de C.V.	Fabricación de tapas y tapones de plásticos sí como litografiado de láminas
Jiutepec	Unilever de México, S. de R.L. de C.V. División HPC	Manufactura de productos de cuidado personal
Cuernavaca	Grupo Embotellador CIMSА, S.A. de C.V.	Refrescos en general
Ayala	Saint gobian méxico, S.A. de C.V.- Busines unit saint gobain glass	Fabricación de vidrio plano y de color solar
Jiutepec	Uquifa México S.A. de C.V.	Fabricación, explotación, compraventa y distribución de productos químicos
Jiutepec	Mayekawa de México, S.A. de C.V.	Fundición y maquinado de equipos para refrigeración industrial
Jiutepec	Nissan Mexicana, S.A. de C.V.	Ensamble de vehículos automotores

Por otro lado, y con respecto a la generación de residuos de manejo especial, también se cuenta con información del estudio: “Diagnóstico Básico de la Generación y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial”. Elaborado por la SEMARNAT en el año 2006 cuyos resultados para el Estado de Morelos fueron:

Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos; no hay información.

Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas; para el Estado de Morelos 8.857 ton/día (incluye terminales terrestres y aéreas).

Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; para el Estado de Morelos 70.44 ton/día (base húmeda).

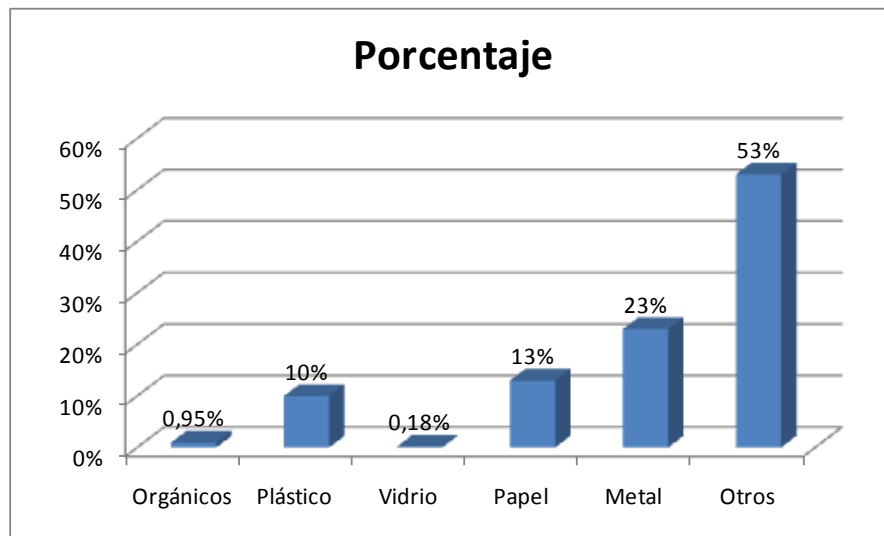
Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes; no hay información.

Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; para el Estado de Morelos 316-341 ton/día

b) Composición

La composición porcentual de los residuos de manejo especial manejados en el Estado durante el periodo 2008-2009, resultado de los reportes que realiza cada empresa autorizada, es la mostrada en la gráfica siguiente:

Gráfica 7.3 Composición de RME en Empresas Registradas



Tal como lo muestra la gráfica, la composición general por tipo de residuo que reportan las empresas autorizadas, se tiene que el vidrio apenas representa el 0.18% del total, lo que refleja la falta de interés por parte de los comercializadores de subproductos por este tipo de residuo, toda vez que en la entidad no se cuenta con un sector demandante de este tipo de residuos para su tratamiento y/o comercialización.

Aunado a lo anterior, la falta de acciones estratégicas por parte de los ayuntamientos para implementar métodos de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, provocan que muchos de estos residuos terminen en sitios de disposición final, como rellenos sanitarios en el mejor de los casos o en su defecto en tiraderos a cielo abierto.

Otro tipo de residuos, manejados en menor cantidad son los residuos orgánicos, con apenas un 0.95% del total reportado, le sigue el plástico con un 10%, el papel con un 13% y metal con un 23%; estos tres últimos, acumulando el 46 % del total de los residuos que se reportan, lo que da referencia de la gran demanda por este tipo de residuos en el mercado de los subproductos. El restante 53% de los residuos denominados “Otros”, consisten en una gran variedad de materiales que son desechados por sus productores y que posiblemente pueden ser valorizados o que requieren de un tratamiento o disposición final. En la tabla siguiente se observa la composición de subproductos contenidos en los RME registrados

Tabla 4.20. Composición Promedio de Subproductos Contenidos en los RME

Subproductos totales	Materiales que incluye
Orgánicos 0.95%	Alimentos 25%, jardinería 75%
Plástico 10.00%	Unicel 4%, espuma 28%, esponja 2%, Pet 64%, otros 2%
Vidrio 0.18%	De todos los tipos (de color, transparente y traslúcido), 0.18%

Subproductos totales	Materiales que incluye
Papel 13%	Cartón 92%, papel de archivo 8%
Metal 23%	Acero 0.25%, chatarra 80.15%, aluminio 3.03%, antimonio 0.10%, bronce 1.06%, cobre 9.06% y lámina 6.35%
Otros 53%	Lodos 31.54%, madera 10,81%, cuñetes 0,05%, tela 0,36%, arena 0,50%, cartón multicapas 0,02%, celulosa 42,6% y otros 14,12%

4.7.3.2 Planeación y Organización para el Manejo y Gestión Integral de Residuos de Manejo Especial

En este apartado, se describe de manera general la forma en como la CEAMA, regula y vigila el cumplimiento de lo establecido en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y en el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, referente a la gestión integral de residuos de manejo especial y registro de sus planes de manejo correspondientes.

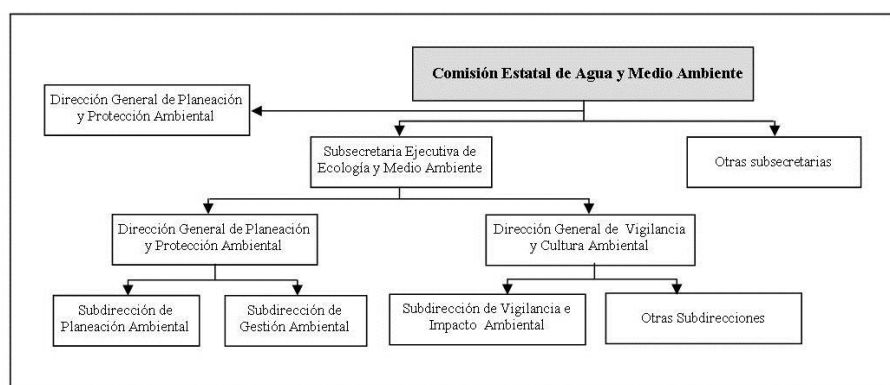


Figura 4.8 Organigrama para el Manejo y Gestión Integral de RME

Como lo muestra la figura anterior, la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, cuenta con la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental, la cual, a través de la Subdirección de Gestión Ambiental, está encargada de llevar a cabo la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en la Entidad.

Es importante mencionar que la gestión integral de los residuos de manejo especial, no se realiza de manera aislada por parte de la Dirección de Planeación, sino que se hace mediante trabajo en conjunto y de apoyo continuo con la Subdirección de Planeación Ambiental, mediante recorridos en campo y visitas de inspección.

Cuando la situación requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, esta parte del trabajo se realiza con la Dirección General de Vigilancia y Cultura Ambiental. La Unidad de Asuntos Jurídicos es la encargada de la asesoría en materia de legislación.

a) De la Autorización para el Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial

Considerando que la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos, así como la Ley de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y su Reglamento correspondiente, establecen que es facultad de la entidad, expedir conforme a sus atribuciones y de acuerdo con sus disposiciones, los ordenamientos jurídicos que permitan darle cumplimiento en materia de residuos de manejo especial, autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial y establecer el registro de Planes de Manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, entre otros.

Con relación a lo anterior, la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental, a través de la Subdirección de Gestión Ambiental, es la encargada de autorizar el manejo integral de residuos sólidos en el Estado de Morelos. En este sentido y de acuerdo al Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos; en la entidad se autorizan las instalaciones o actividades que no sean competencia de la federación, relacionadas con el manejo de residuos en las que se realicen:

- Almacenamiento temporal.
- Transferencia.
- Elaboración de composta.
- Procesamiento de lodos activados que no sean considerados como peligrosos, provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Tratamientos térmicos, químicos, físicos o biológicos.
- Disposición final.
- Descontaminación o remediación de suelos o sitios contaminados por residuos.

Al respecto, la CEAMA, otorga la autorización para el manejo integral de residuos sólidos mediante una serie de formatos correspondientes a cada tipo de actividad o instalación, a los cuales se puede acceder ingresado al página web de la CEAMA, <http://ceamamorelos.gob.mx/secciones/servicios>, misma que está disponible al público en general.

PRINCIPALES SERVICIOS		
Trámite		
MEDIO AMBIENTE	AGUA	SERVICIOS
PUBLICACIONES	COMUNICACIÓN SOCIAL	NIÑOS
FOTOGALERÍA	ACERCA DE CEAMA	
<p>FORMATO DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA TRANSPORTE DESDE O HACIA LA ENTIDAD, DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL</p>		
<p>Propósito</p> <p>Regularizar a los transportistas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, desde o hacia la entidad.</p>		
<p>Requisitos</p> <p>Presentar requisitos del formato anexo</p>		
Sector	Tiempo de Respuesta	Formato
Medio Ambiente	30 días hábiles	anexo

CEAMA
Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente

Google

WEB CEAMA

1. Solicitudes de Evaluación del Manifiesto de Impacto Ambiental
2. Solicitud de autorización para establecer, instalar y/o operar un centro de Verificación Vehicular en el Estado
3. Certificado de Verificación Vehicular
4. Denuncia Ciudadana Ambiental
5. Biblioteca Ecológica

Figura 4.9 Página Web de Acceso a los Formatos para el Manejo y Gestión Integral de RME

En la ficha de identificación de cada formato, se describe de manera general cada uno de los formatos, como tiempos de respuesta, fundamentación legal, lugar y horarios de atención etc.

En general el procedimiento de autorización se realiza de la siguiente forma:

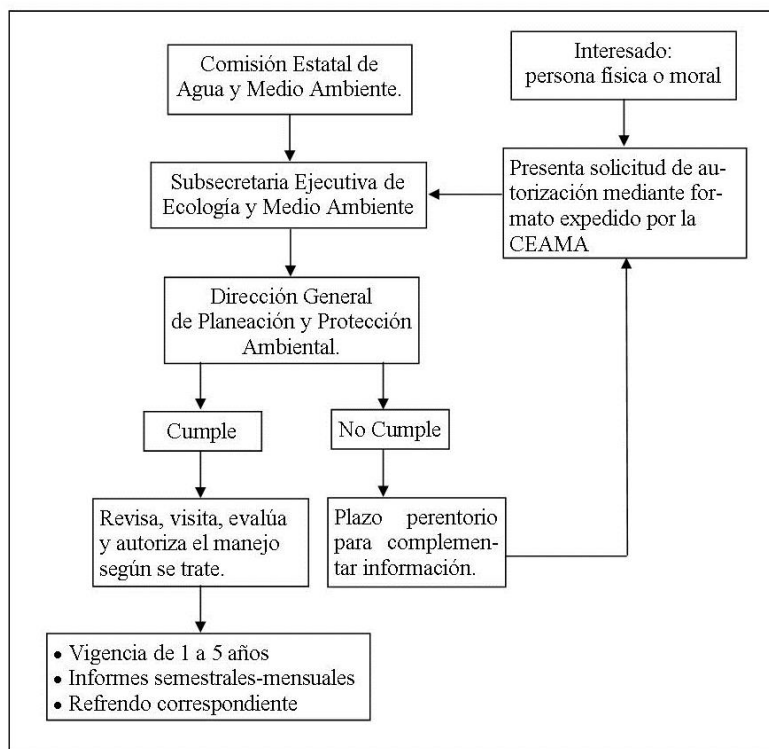


Figura 4.10 Diagrama de Flujo del Procedimiento de Autorización del Manejo y Gestión Integral de RME

Como lo muestra el diagrama de flujo anterior, el interesado ya sea una persona física o moral, debe presentar a la Subsecretaría Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente, su solicitud de autorización debidamente requisitada mediante el formato correspondiente.

Posteriormente y previa aprobación de la manifestación de impacto ambiental, la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental, a través de la Subdirección de Gestión Ambiental revisa la solicitud y valida el trámite correspondiente, verificando que la documentación y el llenado del formato sea el correcto; en caso de que el interesado no cumpla con todos los requisitos que marca el formato y que haga falta algún tipo de información solicitada, se notificará al interesado para que complemente la información dentro de un plazo perentorio, donde una vez culminado éste y de no presentar la información correspondiente en tiempo y forma el trámite será desechado.

En el caso que la información del formato y la documentación presentada sea la correcta, se procede a revisar, evaluar y visitar según sea el caso, para posteriormente otorgar la autorización, la cual tendrá una vigencia de acuerdo al tipo de actividad que se pretenda desarrollar y quedará sujeta a condicionantes de

estricto cumplimiento como la vigencia puede variar de 1 a 5 años, según el tipo de actividad a desarrollar, se deben presentar informes de actividades de manera semestral y realizar los refrendos correspondientes en tiempo y forma.

De esta manera es, como se otorga la autorización para el manejo de residuos manejo especial, misma que puede presentar variantes y adecuaciones conforme se avance en el proceso de la gestión integral de los residuos.

b) Del Registro del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

Con fundamento en el Artículo 28, fracción III de la LGPGIR y el Artículo 28 de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, entre los sujetos obligados a presentar un Plan de Manejo para su registro y aprobación se encuentran los generadores de residuos de manejo especial, los grandes generadores de residuos sólidos urbanos y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que, al desecharse, se convierten en residuos sujetos a la elaboración de planes de manejo.

Con base en este fundamento legal, todo gran generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberá diseñar y ejecutar un plan de manejo en el que se establezcan las alternativas que le permitan adoptar medidas para reducir la cantidad de residuos que genera y reutilizar, producir composta o biogás, o recuperar para su reciclado o co-procesamiento, donar o intercambiar los residuos susceptibles de valorización, a fin de disminuir al máximo los destinados a tratamiento o disposición final.

El Plan de Manejo es el instrumento introducido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), con el objeto de minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral.

Para el Estado de Morelos, el Formato del Plan de Manejo de residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, es resultado de un trabajo en conjunto de diferentes sectores como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Morelos, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, algunas Organizaciones Civiles como Verde que te Quiero Verde A. C., Ideas A.C. y con el apoyo de la Doctora Cristina Cortinas de Nava, consultora ambiental independiente.

En este sentido, la Dirección General de Planeación y Protección Ambiental, a través de la Subdirección de Gestión Ambiental, es la encargada de llevar el registro de los Planes de Manejo. Al respecto, a partir del segundo semestre de 2007, se comenzó con la etapa de difusión de este instrumento de política, mediante la celebración de una Reunión Informativa con el sector educativo del nivel superior, convocando a las más de 60 universidades instaladas en la entidad, para notificar sobre la obligación de los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, bajo el siguiente esquema.

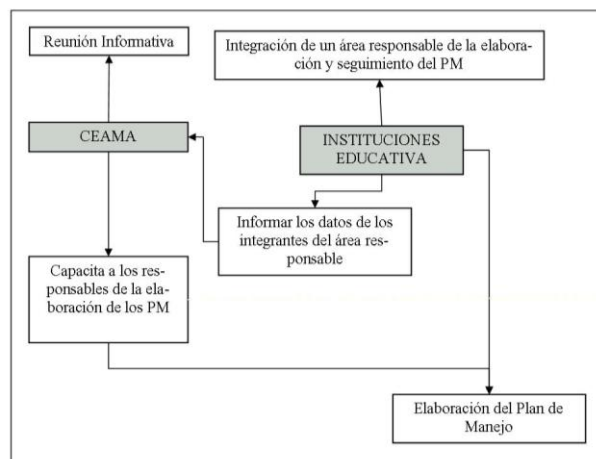


Figura 4.11 Diagrama de Flujo del Procedimiento de Registro del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. (parte 1)

Bajo este esquema, la reunión informativa tuvo como fin notificar a todas las instituciones educativas de nivel superior, lo correspondiente conforme a la legislación en la materia, posteriormente se informó a la CEAMA sobre los integrantes que conformarían la brigada de cada institución a recibir la capacitación correspondiente para la elaboración del Plan de Manejo.

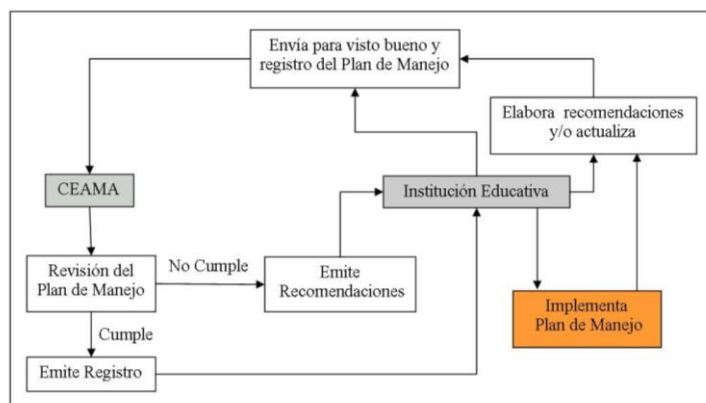


Figura 4. Diagrama de Flujo del Procedimiento de Registro del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. (parte 2)

Una vez recibida la capacitación, cada institución debe proceder a realizar su Plan de Manejo, mismo que someterá a revisión y visto bueno ante la CEAMA, en caso de el formato no cumpla con su objetivo real se harán las recomendaciones correspondientes para que la institución revise y corrija y someta nuevamente a visto bueno dicho plan. En caso de que el documento cumpla con lo establecido, la CEAMA emite un registro, el cual se notifica a la Institución Educativa para su implementación inmediata.

A la fecha se ha elaborado una reunión informativa que en este caso fue con las instituciones educativas de nivel superior del Estado de Morelos, sin embargo, dicha reunión informativa debe de llevarse a cabo con los diferentes sectores de la

sociedad, como el sector turístico; que engloba restaurantes, hoteles, centros recreativos, balnearios etc., el sector productivo como la industria, sector comercial: tiendas de autoservicio, supermercados, tiendas departamentales etc. y otros sectores y/o actividades que de acuerdo con la Ley, están obligados a presentar su Plan de Manejo correspondiente.

4.7.4 Residuos Peligrosos

Según la normatividad vigente los residuos peligrosos se definen como aquellos residuos que posean alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como los envases, recipientes y embalajes que hayan estado en contacto con dichos residuos, asimismo se consideran residuos peligrosos a los suelos contaminados con éstos, cuando son transferidos.

De acuerdo al Instituto Mexicano para la Competitividad Estatal de México en el Estado de Morelos se generan 30,489.00 ton/año de RP por cada millón de habitantes (en el año 2006), eso quiere decir que para ese año se generaron en el Estado 49,841.3 ton/año de RP. Correspondiendo una generación por habitante de 30.49 kg/año. Si consideramos este mismo índice actualmente tendríamos una generación estimada de 51,064.5 ton/año de RP.

Actualmente se desconoce la infraestructura existente para el tratamiento de estos residuos. El INE reportó que en el año 2000 existían ocho empresas para el tratamiento de residuos peligrosos industriales:

• Transporte	3
• Almacenamiento	2
• Reciclaje	1
• Incineración	2
TOTAL	8

4.7.5 Problemática

4.7.5.1 Del manejo de los residuos

El análisis estratégico establece realizar una introspección para detectar y dar prioridad a las debilidades más importantes de los SAU en el Estado:

- No existe la capacitación adecuada por parte del personal en todas las etapas del SAU.
- La cantidad de personal operativo no es la adecuada según las necesidades de los municipios.
- Mala imagen ante la ciudadanía.
- Carencia de sitios de disposición final.
- Los presupuestos de operación y mantenimiento son insuficientes.
- La infraestructura de barrido, recolección, tratamiento, transferencia y disposición final es insuficiente.
- No existen políticas de evaluación sistemática. No se llevan a cabo evaluaciones parciales del personal ni se da seguimiento al manejo de RSU en sus diferentes etapas.
- No existe una forma estandarizada para obtener información sobre la cantidad de los residuos manejada, ni del equipamiento ni del personal.
- No hay políticas sobre planeación.

- No hay políticas sobre capacitación y educación ambiental ni al personal ni a la ciudadanía.
- Hace falta una política sobre la participación ciudadana y organismos privados.
- No existen sitios de disposición adecuados
- El servicio por parte de particulares, tal y como se encuentra actualmente, disminuye la eficiencia de la recolección municipal.
- Los reglamentos de limpia y bandos municipales no se aplican cabalmente.
- Respuesta lenta en la solicitud de reparaciones de los vehículos.
- El mantenimiento tardío de los vehículos de recolección.
- La percepción del servicio por parte de la población es de regular a bueno.
- No se cuenta con la obtención y el procesamiento adecuado de la información en todas las fases del manejo de residuos.
- No se cuenta con los mecanismos de control y vigilancia operativa.
- Diseño de rutas de recolección y barrido sin bases técnicas.
- Falta de manuales de procedimientos de operación en general.
- Falta de reglamentos en cada fase del sistema de manejo de residuos.
- Un alto porcentaje del parque vehicular ya cumplió con su vida útil.
- Ruptura de la curva de aprendizaje por el cambio de las autoridades debido al término de su administración.

4.7.5.2 Ambiental

La falta de una gestión integral para el manejo adecuado de estos residuos conlleva a la proliferación de focos de infección y el aumento en el riesgo de salud ambiental.

- Contaminación de los mantos freáticos. La disposición a cielo abierto, sin control de los RSU y su mezcla con agua de lluvia conlleva a la migración de lixiviados hacia el agua subterránea.
- Contaminación del suelo por el depósito directo de residuos sólidos y peligrosos en forma clandestina.
- Contaminación del aire por la quema incontrolada y continua de RSU, en viviendas de zonas rurales y en los tiraderos a cielo abierto, los cuales incluyen llantas y plásticos.
- Riesgo ambiental y para la salud humana por la proliferación de fauna nociva y creación de focos de vectores.
- Degradación del ambiente y la disminución de posibilidades para lograr un desarrollo sustentable.

A continuación se mencionan de manera genérica los impactos ambientales que se presentan por efecto de los residuos dentro del Estado.

Recolección

- Emisión de partículas suspendidas durante la operación de recolección debido al tránsito continuo de vehículos a través de caminos de terracería.
- Emisión de partículas viables (hongos, bacterias). Estas partículas son características de instalaciones donde se manejan residuos sólidos, están directamente asociadas al contenido de materia orgánica de los residuos, así como el estado de descomposición en que éstos se encuentran.

- Emisión de gases de combustión. Estos gases son originados por los motores de los vehículos de transporte de residuos y cargadores que operan con gasolina o diesel. El volumen de emisión es variable y depende del número de vehículos, antigüedad y mantenimiento de éstos.
- Generación de ruido. El ruido tiene como principales fuentes generadoras, los vehículos de transporte de los residuos.
- Afectación del suelo. La afectación se da principalmente por la circulación de los vehículos de recolección en caminos de terracería provocando su compactación y por el derrame accidental de aceite y/o combustible.

Las principales fuentes de contaminación del suelo lo constituyen los propios residuos y los líquidos que se generan por su almacenamiento. Los tipos de contaminantes dependerán de las características de los residuos.

Transferencia y Transporte.

- Emisión de partículas suspendidas durante el transporte de los residuos. En la transferencia existe durante la descarga de los residuos a los vehículos de transferencia (Cuernavaca y Jiutepec).
- Emisión de partículas viables (hongos, bacterias). Con los camiones recolectores abiertos se presenta la emisión de este tipo de partículas. Cuando los residuos permanecen almacenados en la estación de transferencia la emisión de estas partículas aumenta.
- Emisión de gases de combustión. El volumen de emisión es variable y depende del número de vehículos, antigüedad y mantenimiento de éstos.
- Generación de ruido. El ruido tiene como principales fuentes generadoras, los vehículos de transporte de los residuos. Los tractocamiones en las estaciones generan ruido adicional.
- Afectación del suelo. La afectación se da principalmente por la circulación de los vehículos de recolección en caminos de terracería provocando su compactación y por el derrame accidental de los residuos, de aceite y/o combustible.

La elevada humedad de los residuos transportados en los camiones recolectores genera escurrimientos de líquidos los cuales pueden llevar disueltos metales y otros contaminantes al suelo.

Cuando los residuos permanecen almacenados en la estación de transferencia percolan líquidos al suelo, estos líquidos pueden arrastrar metales pesados; la situación se agudiza en época de lluvias.

- Paisaje. El transporte de los residuos en sí mismo no genera afectación al paisaje. Las estaciones de transferencia no tienen bardas perimetrales lo cual provoca un efecto negativo en el paisaje.

Tratamiento

- Afectación del suelo. La afectación se da principalmente por los escurrimientos de las pilas. Impacto en la calidad del suelo en grandes extensiones de terreno que se requieren para elaborar la composta.

Si el tiempo del proceso para producir composta no es lo suficiente largo, se puede obtener una composta que no ha madurado. La maduración es importante si se desea utilizar el producto en suelos, si la relación C/N no es adecuada se generan ácidos orgánicos dañan el suelo en donde se utiliza la composta

- Afectación al agua. Aunque este tipo de instalaciones no utilizan agua en sus procesos. La contaminación de la misma se presenta por la infiltración de los líquidos percolados de las pilas.
- Proliferación de vectores (roedores, insectos, aves). Se presentan principalmente roedores.
- Generación de olores. Son muy puntuales, excepto en la planta de FONATUR en donde se utilizan lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Alteración del paisaje
- Generación de fauna nociva

Disposición Final

- Afectación del suelo. Por efecto del viento, el cual dispersa los residuos que se encuentran en el área de rechazo. El viento también origina levantamiento de partículas de los caminos de terracería y de las áreas desprovistas de vegetación. Modificación de la calidad química del suelo, provocada por la acción de los lixiviados que modifican el pH y la carga orgánica, o inclusive adicionan metales pesados y sustancias altamente tóxicas cuando junto con los residuos sólidos se depositan residuos.

En el Estado se observó que en su mayoría se utilizan tiraderos a cielo abierto, que muchas veces son rentados por comuneros. En estos casos el suelo y subsuelo ya se encuentra impactado de manera significativa, en general sólo se comenzaron a disponer los residuos por lo que no se realizaron obras de ingeniería alguna.

- Afectación al aire. Esta contaminación puede definirse como la presencia de uno o más contaminantes en la atmósfera, en cantidades y duración tal que pueden ser (o tienden a ser) nocivos para la vida del hombre, plantas o animales o que pueden interferir con el uso y disfrute de la vida o con el desarrollo de las actividades que las personas realizan en su vida diaria. La contaminación del aire puede producirse por la presencia de uno o más contaminantes. En este caso, la contaminación del aire se debe a la emanación del biogás que es una mezcla de gases compuesta principalmente de metano (CH_4) y bióxido de carbono (CO_2) en proporciones aproximadamente iguales, constituyendo normalmente el 97% del mismo, complementada con la presencia de óxido de nitrógeno y ácido sulfhídrico, que se producen en los sitios de disposición final producto de la degradación de la fracción orgánica contenidos en los residuos sólidos.

En los tiraderos en donde se acostumbra quemar los residuos para reducir el volumen el impacto es significativo por la emisión de partículas provenientes de la quema.

Otras formas de afectación al aire que se da en estos sitios se dan por los malos olores que se generan y por la suspensión de partículas, polvos y materiales ligeros transportados por los vientos.

- Afectación al agua. Un sitio de disposición final puede considerarse como una fuente de contaminación puntual, que sin embargo puede llegar a contaminar las aguas superficiales mediante el escurrimiento de los lixiviados sin control que se producen en el sitio y que se incrementan notablemente en la época de lluvias cuando los residuos sólidos no se encuentran cubiertos. Los lixiviados pueden llegar a alterar la calidad de los cauces receptores y el de las aguas subterráneas.

Los efectos son diversos y dependen del tipo y concentración de contaminantes que contengan los lixiviados.

- **Riesgo.** Para el ser humano y especies animales, radica en la ingestión del agua contaminada por los lixiviados de los residuos sólidos, en el contacto directo que tenga con acuíferos, lagos y ríos, y finalmente, en la bioacumulación de algunas sustancias como los metales pesados (plomo, cadmio, etc.) en peces o cualquier otro organismo de consumo que esté en contacto con agua mezclada con los ya mencionados lixiviados.

El manejo inadecuado de estos sitios provoca la proliferación de fauna nociva, esta fauna representa un vector importante de enfermedades que afectan la salud humana, generalmente esta fauna comprende dos grupos: los roedores (ratas y ratones principalmente) e insectos; que comprenden los voladores (moscas, mosquitos, etc.), y los rastreros (cucarachas). Asimismo los tiraderos atraen animales domésticos como perros y gatos.

Los roedores son transmisores de enfermedades mortales, tales como: leptosperosis, peste bubónica, tifus murino y rabia. Asimismo, dañan la propiedad y contaminan los alimentos.

Los insectos voladores y rastreros, generalmente son transmisores de gérmenes de enfermedades como la fiebre tifoidea, disentería basilar, amibiasis, encefalitis, entre otras.

4.7.5.3 Conclusiones

De todo lo anterior se puede concluir que el problema de los residuos sólidos en el Estado de Morelos tiene un efecto directo sobre su desarrollo, ya que el sector turístico es uno de los que mayor aportación tienen en la economía local y también el más sensible a la afectación ambiental y estética relacionada con los RSU. En cuanto a la generación y a las fases del SAU en el Estado se concluye lo siguiente:

4.7.5.4 Generación

En base a información proporcionada por la CEAMA de los estudios de generación y de los diagnósticos realizados por diferentes empresas consultoras se calculó que la cantidad de residuos generados en el Estado es de 1,841.5 ton/día con una población de 1,675,608 habitantes, lo que implica que teóricamente se tendría una generación de 1.099 kg/hab.-día³. El promedio nacional es del orden de 0.96 kg/hab.-día.

4.7.5.5 Del Sistema de Aseo Urbano

A.- Almacenamiento

De la información de los diagnósticos se puede concluir que cerca del 90% de los habitantes del Estado no utiliza recipientes adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos generados en sus domicilios. Básicamente utilizan cajas de cartón, madera, botes de plástico y metal, así como bolsas de plástico.

B.- Barrido

³ Es necesario aclarar que esta cifra como tal no se puede utilizar para realizar diseños ya que se trata de un promedio simple, adicionalmente, es preciso recordar que los índices de generación varían de región a región y entre municipios. Sólo se estimó el promedio para fines comparativos con otras regiones del país.

En la mayoría de los municipios el barrido es manual y se limita a la plaza y avenidas principales. Sólo el municipio de Cuernavaca cuenta con barrido mecánico, el cual es concesionado a la empresa PASA.

C.- Recolección

El parque vehicular con el que se presta el servicio de recolección municipal se encuentra formada por una serie de vehículos de diferentes modelos, capacidades y muy variadas características.

Se observó que los municipios grandes y medianos no tienen problemas con la antigüedad de los vehículos y en general estos se encuentran en buenas condiciones de operación. En el caso de los municipios pequeños presentan un parque vehicular que en su mayoría ya terminó su vida útil (como es el caso de Tlaltizapán con el 70% de su parque vehicular o Tepoztlán con el 50%) es importante recordar que los vehículos que ella superaron su vida útil por lo regular tienen costos por mantenimiento más elevados, aunado a esto también se corre el riesgo de interrumpir el servicio debido a descomposturas.

Estado Físico de los Vehículos Recolectores de los Municipios. En términos generales la mayoría de los vehículos disponibles se encuentra en regulares condiciones, aunque existe la problemática de que al ser el parque hasta cierto punto obsoleto el mantenimiento que se brinda es de tipo correctivo ya que no existen planes de mantenimiento preventivo. Los vehículos de modelos más recientes son los que se encuentran en mejor estado de conservación.

Los problemas con mayor frecuencia en el caso de vehículos en regular estado físico son:

- Descompostura del embrague y la caja de velocidades.
- Falta de luces direccionales, intermitentes, de paro, indicadores del tablero y en general fallas del sistema eléctrico.
- Mal estado de limpiadores.
- Mal estado de cofre, guardafangos y puertas de cabina.
- Silenciador dañado y mal estado de los elementos del sistema de frenos.

Los vehículos en mal estado físico son aquellos que llegan a mostrar además de uno o varios de los desperfectos arriba señalados alguno(s) de los siguientes:

- Mal estado de la caja de carga
- Desgaste de las llantas.
- Malas condiciones del interruptor de encendido.
- Falla del sistema hidráulico de compactación.

Por último, aquellos vehículos en muy malas condiciones son los que llegan a mostrar varios de los desperfectos de los dos casos anteriores, además de alguno(s) de los siguientes:

- Motor en mal estado.
- Mal estado de soportes de cabina, puertas y cofre.
- Problemas en ejes delanteros y/o traseros.

Por otra parte, cabe mencionar que en muchos municipios cuando un vehículo sufre alguna descompostura y su ruta no puede esperar la recolección, por lo regular esta se deja hasta que el vehículo se encuentra en buenas condiciones o si existe un vehículo disponible (que ya haya terminado su ruta) se manda a cubrir cubre la ruta.

También es conveniente indicar, que no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo. Se desconoce con certeza cual es el procedimiento administrativo para realizar reparaciones a los vehículos que sufren de fallas mecánicas.

Métodos de Recolección. Los métodos de recolección observados en todos los municipios observados son adecuados y acordes. En el caso de la recolección acera-banqueta sólo sería necesario solicitarle al usuario que coloque canastillas para que la recolección sea más eficiente.

Entre los principales aspectos detectados, sobre el servicio de recolección se tienen los siguientes:

1. No se cuenta con programas o calendario de sustitución de equipos de recolección.
2. Dentro de un mismo municipio en ocasiones existen demasiadas marcas del chasis de los vehículos recolectores. El contar con vehículos de diferentes marcas trae como consecuencia que el mantenimiento se dificulte, debido a que se deben adquirir refacciones de diferentes proveedores y lo que necesariamente obliga a los mecánicos a tratar con diferentes sistemas, lo cual dificulta su pronta reparación.
3. Se desconoce en los municipios cuales el procedimiento administrativo para llevar a cabo un servicio de mantenimiento correctivo por lo que una reparación menor puede no realizarse con la prontitud requerida debido a trámites administrativos.
4. No todos los municipios tienen definidas las rutas de recolección y asignadas a determinados vehículos, estas no se respetan ya que por decisiones ajenas a la administración se cambian o se reasignan los vehículos a zonas que se sabe dan mejores propinas o se obtienen mayores beneficios de los subproductos pepenados.
5. No se cuenta con manuales de procedimientos de recolección, ni con manuales de mantenimiento a las unidades.
6. Existe el uso de camiones con capacidades volumétricas superiores a la cantidad de residuos generados en la ruta asignada.
7. Aunque existe supervisión se considera que esta es insuficiente para verificar que el vehículo cubra su ruta asignada o completa.
8. Existe recolección particular que en muchos casos no se encuentra regulada y muchas veces permitida por los municipios ya que estos no realizan ninguna aportación económica.
9. La recolección particular no se encuentra jurídicamente sustentada ya que no existe una concesión de por medio.
10. La recolección particular mediante el esquema actual de funcionamiento puede dificultar la implementación de programas de recolección selectiva.
11. Los sitios de encierro no cuentan con zonas específicas para realizar la limpieza de los vehículos después de la jornada.
12. No se lleva a cabo el registro sobre las cantidades de residuos recolectados, ni se cuenta con la base administrativa para generar dicha información.

D. Tratamiento

Composteo

Existe una planta de composta en el municipio de Tepoztlán

1. La planta no se encuentra cercada por lo que puede ingresar cualquier persona o animal.
2. No existe una caseta de vigilancia.
3. Se desconocen las cantidades exactas de residuos orgánicos que se tratan en la planta.
4. No se realizan pruebas sobre la composta producida para determinar la calidad de la composta producida ni para detectar áreas de oportunidad dentro proceso.

Centros de Acopio

También existen en algunos municipios centros de acopio implementados a partir de programas de separación. En ellos se recolectan los materiales que tienen alto valor comercial.

1. Se desconocen las cantidades recolectadas de cada material.
2. Aunado a lo anterior no se cuenta con indicadores para determinar el grado de participación de la población.
3. Se ignora si existen planes para aumentar la cobertura de los programas de separación implementados.

E. Disposición Final

Se detectó que la mayoría de los sitios de disposición operan como tiraderos a cielo abierto, sólo algunos de ellos han presentado programa de regularización. De la información proporcionada casi todos los municipios cuentan con un sitio para la disposición de sus residuos lo que significa que existen cerca de 30 sitios activos, no obstante la mayoría de estos sitios tienen una antigüedad menor a los 10 años lo que significa que existe un número no evaluado de sitios que se encuentran ya sin uso y que se desconoce su ubicación.

1. En la mayoría de los sitios no existe maquinaria para llevar a cabo el movimiento de los residuos; en otros sitios, en donde existe, muchas veces no se encuentra en buenas condiciones de operación. Por otro lado, también se da el caso en donde la maquinaria es rentada por el municipio y debido a diversas situaciones esta se alquila según las “necesidades de operación” en las cuales esta se puede requerir una vez por semana, una vez cada quince días o hasta una vez al mes.
2. No existe infraestructura adecuada para llevar a cabo la disposición:

Tabla 4.21. Observaciones de Infraestructura en los Sitios de Disposición Final

Infraestructura/control	Observaciones
Sistema para el Control de Biogás	No existe, tampoco se lleva a cabo el control o recuperación del mismo
Sistema para el Control de Lixiviado	No se cuenta con infraestructura para su captación y control.
Báscula	No hay
Equipos	No hay maquinaria y/o equipo
Cerca perimetral	No existe
Manual de operación	No hay
Control de registro	No hay

Infraestructura/control	Observaciones
Informes de actividades	No hay
Monitoreo de biogás	No hay
Monitoreo lixiviados	No hay
Monitoreo acuíferos	No hay

3. Los sitios operan como tiraderos a cielo abierto y en el mejor de los casos en algunos como sitios controlados.

4. En cuanto a la operación de los sitios se pudo constatar que:

Tabla 4.22. Características de Operación en los Sitios de Disposición Final

Características de operación	Observaciones
Recepción de RSU	No se sabe exactamente cuantos residuos ingresan a los sitios. Al no contar con formatos de registro de la entrada y salida de los vehículos y al no contar con báscula se desconocen los datos de ingreso. Algunos sitios reportan estimados según los vaciados y la capacidad de los vehículos que ingresan. Al existir recolección particular, que no está regulada, también se desconoce sobre las cantidades recolectadas y dispuestas.
Método de Operación	No existe un método de operación definido, sólo ingresan los camiones recolectores al terminar su ruta y descargan los residuos en el lugar indicado por el operador o los pepenadores. A veces se quema el tiradero lo que permite extender su vida útil. Existe pepena los sitios se desconocen las cantidades de que son recuperadas.
Extendido y compactación de los RSU.	No se presentan datos de maniobras que debe realizar la maquinaria para llevar a cabo el extendido y compactación de los RSU.
Cantidad de pasadas a los residuos para lograr la compactación deseada.	No existe la compactación, sólo en algunos sitios existe la cobertura de residuos.
Bancos de material.	No hay bancos
Revisión de Documentación.	No existe el control de acceso por medio de formatos de control en donde se registra el número de viajes que realiza cada camión recolector (municipales o particulares), la hora de entrada y salida, si los operadores viajan con/sin uniforme, enlonado, objetos colgando o con exceso de velocidad. A parte de lo anterior tampoco existe otra documentación como: <ul style="list-style-type: none"> • Manual de operación • Manual de organización y procedimientos • Reglamento interno • Programa de monitoreo ambiental • Manual de contingencias • Plan de clausura
Turnos de Trabajo	Varía según el sitio

La tabla se basa en información proporcionada por la CEAMA de diagnósticos anteriores.

5. Se desconoce si los recolectores particulares disponen en los sitios autorizados para la disposición final.
6. En base a la información proporcionada se presupone que efectivamente los vehículos recolectores municipales disponen en los sitios autorizados para la disposición, aunque no hay manera de verificar esta información.
7. En cuanto a la maquinaria que pertenece a los municipios, no existe el mantenimiento preventivo, sólo es de tipo correctivo.
8. Los sitios que operan como tiraderos controlados cuentan con acomodadores, en tiraderos a cielo abierto el personal acomodador es muchas veces el operador del vehículo, algún pepenador o en el menor de los casos el encargado por parte del municipio.
9. No hay generación de información en la mayoría de los diagnósticos y en las entrevistas realizadas por IDS se observó la falta de la siguiente información:
 - Cantidad de residuos sólidos urbanos que ingresan por día al sitio de disposición del municipio.
 - Origen de los residuos que ingresan (municipales o particulares)
 - Avance de la celda diaria
 - Material de cobertura requerido para la operación
 - Histogramas sobre las horas pico de la entrada – salida de vehículos a los sitios.
 - Estadísticas sobre el ingreso de residuos por camión y ruta
10. No existe control de lixiviados ni de biogás.

VINCULACIÓN FUNCIONAL DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2007-2012 CAPÍTULO 5

El proceso de formulación, aprobación y ejecución del Programa se realizó en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo, a través de la alineación de los ejes de política pública que se han considerado como rectores para avanzar hacia el Desarrollo Humano Sustentable.

En ese sentido en el PED estableció en el rubro de agua y medio ambiente, el proteger y promover el aprovechamiento racional y sustentable del patrimonio ambiental y cultural, para garantizar el bienestar de las futuras generaciones previéndose en éste el proyecto de elaboración de un Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos

La formulación del programa que se presenta se realiza con un proceso de planeación participativa y normativa que busca principalmente hacer posible aquello que se desea partiendo de una situación actual y planteando alternativas de solución a los posibles obstáculos que se presenten en el logro de nuestros objetivos.

De esta manera se formula el presente programa considerando en todo momento como núcleo del proceso de planificación la discusión, el análisis y la búsqueda del consenso con los grupos de interés, que busca definir, priorizar y asumir compromisos para realizar las acciones que les permita atender, de manera eficaz

y eficiente, en el corto plazo urgencias que obstaculizan su bienestar, en el mediano plazo mejorar su calidad de vida, y en el largo plazo sustentar su desarrollo como seres humanos y como únicos responsables de vigilar y mantener el equilibrio con su entorno natural, identificando así las siguientes:

5.1 Políticas y Estrategias

La CEAMA desarrolla este Programa Estatal plasmando las directrices para el control de los residuos en el Estado, en este capítulo se presentan las políticas y estrategias del Programa con la finalidad de establecer y optimizar la gestión integral de los residuos que se generan en los municipios del Estado, teniendo como fundamento los resultados del diagnóstico realizado y con la finalidad de lograr que el Estado se convierta en un eje rector y coordinador de esfuerzos para que los municipios cuenten con sistemas de aseo urbano (SAU) que cumplan con su función con eficiencia, logren la optimización de los recursos asignados y minimicen los riesgos derivados del manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU), las políticas y estrategias están encaminadas a el logro de los objetivos fijados en este Programa.

Hay que considerar que en el pasado próximo, los modelos de manejo de los RSU aplicados en el país no han sido apropiados por la falta de una orientación intersectorial, sin tomar en cuenta, que la gestión integral de los RSU va más allá de un simple servicio público, ya que lleva consigo fuertes vínculos con el medio ambiente, el desarrollo social y económico y la salud pública.

En esta vertiente, cuando el tema es abordado desde la perspectiva del sector salud, el enfoque fue el de minimizar los riesgos a la salud pública, quedando relegado el entorno ambiental, la valorización de los subproductos y minimizando el desarrollo social y la sustentabilidad financiera de los SAU.

Por otra parte, cuando el manejo de los RSU se ha visto como un asunto ambiental, todos los demás componentes carecen de importancia ante la contundencia del tema ambiental, aplicándose en la mayoría de los casos, normas y procedimientos con una fuerte cuota conservacionista, sin analizar el impacto regulatorio real, su beneficio ambiental y el costo de su observancia.

Asimismo, cuando el enfoque fue el de privilegiar los aspectos institucionales relacionados a la prestación de los SAU, el tema se convierte en un asunto de cifras, coberturas, eficiencias de cumplimiento y procedimientos administrativos, donde difícilmente tiene cabida la variable ambiental y los aspectos relativos a la salud y al desarrollo social de la comunidad.

Las políticas y estrategias aquí descritas están orientadas a producir un cambio paradigmático que haga responsables a todos los actores sociales por los RSU generados desde el origen hasta su disposición, a los fines de reducir y valorizar los residuos y en lo posible eliminar los efectos contaminantes que ocasiona el manejo inadecuado de los residuos.

Por lo anteriormente mencionado, es imprescindible el desarrollo institucional del sector rector de los residuos sólidos en el Estado; y en los municipios el desarrollo de la Gestión Integral Sustentable (GIS) de los RSU con un enfoque sistémico, multidisciplinario e intersectorial, abordando los aspectos legales, institucionales, técnicos, económicos, operacionales, ambientales, de salud, y los relativos al desarrollo de la sociedad.

1.- Política rectora del Programa

Con base en lo descrito anteriormente, la política general o rectora del Programa es la siguiente:

Prevenir y controlar los residuos generados en el Estado de Morelos para contribuir al logro de las metas del Programa Nacional.

Por otra parte, las políticas y estrategias para el desarrollo del sector residuos en el Estado son las que a continuación se describen, además se presentan con mayor detalle en el anexo G.

2.- Fortalecimiento de la regionalización como instrumento en la Gestión Integral de los residuos.

Se propone desarrollar una estrategia de regionalización donde intervengan los distintos niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. En tal sentido, la prevención y GIS de los RSU debe atender a las siguientes estrategias:

- ❖ Plantear soluciones regionales en la prevención y gestión integral de los residuos.

- ❖ Estimular la asociación de municipios para implementar soluciones regionales aprovechando las economías de escala.

3.- Actualizar, elaborar y procurar el marco legal del Estado y Municipios.

El control de los RSU depende en gran medida de los instrumentos legales que determinan las condiciones, requisitos, definiciones y sanciones aplicables, necesarias para su funcionamiento. En tal sentido, se plantean una serie de políticas, en el área legal, destinadas a corregir las carencias, necesidades y aspectos prioritarios que deben reforzarse y en algunos casos diseñarse para lograr que los SAU desarrollen la GIS de los residuos, bajo los objetivos fundamentales de conservación del ambiente en beneficio de la calidad de vida.

Para el control de los residuos, se cuenta desde Octubre del 2004 con la legislación nacional para la prevención y control de los residuos y en el 2006 se publicó el reglamento de la ley nacional, en la actualidad se está trabajando en la normativa derivada de los instrumentos legales mencionados en dichos instrumentos legales. El Estado cumplió con lo establecido en la legislación nacional y en el año 2007, se publicó la ley estatal de residuos y su reglamento en el año de 2008, en el caso de los municipios la situación está en etapas incipientes o con instrumentos municipales obsoletos.

En dicho contexto se debería definir la relación de la legislación estatal y las municipales, en tanto se vea afectado el orden público o cuando el interés general del Estado prime sobre el interés específico del territorio municipal, sin menoscabar ni violentar el precepto constitucional de la autonomía municipal.

La nueva legislación estatal es procurada por la CEAMA con la participación de los demás entes públicos y privados involucrados, de manera coordinada y orgánica. La nueva legislación obviamente está alineada a los acuerdos nacionales e internacionales suscritos y ratificados por el País, como así a las circunstancias que prevalecen en el Estado y los Municipios.

La CEAMA cumple una función gravitante como soporte institucional en lo referente a las estrategias y políticas generales que hacen del ordenamiento territorial de las actividades del sector público, que faculta a los entes involucrados a movilizar recursos existentes en sus respectivos presupuestos, de modo tal que adquieran rápida y efectiva operatividad, sin implicar nuevas erogaciones ni aumento del aparato estatal.

Tomando en cuenta lo anterior, la GIS de los RSU se puede enmarcar dentro de las siguientes estrategias legales donde intervendrán los distintos niveles de gobierno: federal, estatal y municipal:

- ❖ Asegurar la procuración, actualizar y fortalecer el marco legal.
- ❖ Definir las competencias de los organismos y actores que participan o deban involucrarse en la prevención y GIS de los residuos.
- ❖ Establecer un marco jurídico que permita mejorar el sistema de recaudación por parte de los municipios.
- ❖ Incluir en los instrumentos de Planeación Estatal y Local, los sitios para la creación de infraestructura para el Manejo Integral de Residuos.

4.- Prevención, minimización y valorización de los subproductos contenidos en los RSU y RME aplicando principios de reducción, reutilización y reciclaje.

Las estrategias para lograr la política anterior son las siguientes:

- ❖ Promover la prevención y minimización de los RSU y RME (concepto de las 3 R's, reducir, reutilizar y reciclar).
- ❖ Fomentar el aprovechamiento y valorización de los residuos.

5.- Fortalecimiento institucional de la gestión integral de residuos.

No obstante que los SAU significan una actividad importante en los municipios (probablemente la más problemática entre todos los servicios públicos municipales) y a la que se destina una parte importante del presupuesto municipal, no se encuentran en todos los municipios unidades específicas para la GIS de los RSU.

Una evidencia de la debilidad de esa situación, es la gran dificultad que se presenta para obtener información confiable, sobre costos de los servicios, sin mencionar la carencia de índices y parámetros operacionales, que permitan la evaluación de la eficiencia de los servicios, al compararla con los de otros municipios.

Por lo tanto se considera que es clave el mejoramiento de la eficiencia de GIS de los RSU en los municipios, en razón del impacto sobre la salud pública, ambiental, la economía local y la calidad de vida de la comunidad en general.

Dos aspectos críticos se han identificado en los municipios que merecen todo el apoyo para revertirlos.

Uno es la falta de generación de indicadores de la gestión integral y el uso de la información en los SAU para el control de los aspectos técnicos operativos en forma sistematizada; el otro se refiere a la poca cultura de manejar metodologías validadas para el costo, manejo contable y financiero de dicho servicio.

Por consiguiente, la política de fortalecer la base técnica e institucional de estas entidades es fundamental para el desarrollo local y debe iniciarse con el abordaje de estos dos aspectos críticos.

Con el propósito de promover el fortalecimiento de los sistemas de gestión exclusivos para los sistemas de GIS de los RSU, se propone las siguientes estrategias:

- ❖ Implementar la transversalidad para optimizar la Gestión Integral de Residuos.
- ❖ Contar con el capital humano en cantidad y calidad para la gestión integral de residuos.

- ❖ Desarrollar instrumentos de planeación y metodologías para la gestión integral de residuos.

- ❖ Promover el análisis para el otorgamiento de concesiones de los servicios que conforman el sistema de manejo integral de los RSU y RME.

6.- Atracción de Recursos Económicos y optimización de su aplicación.

La solución del problema económico que enfrenta el sector residuos debe basarse en la autosustentabilidad financiera del sistema en el ámbito específico de actuación de los servicios, esto es municipios o complejo regional. Ello implica resolver el déficit de cobertura actual del SAU, como única opción para armonizar la relación contribuyente/municipio, considerando que sólo cuando el municipio logre dar un servicio aceptable para los usuarios, estará en condiciones de exigir el pago por el servicio proporcionado.

Por otra parte, no debe olvidarse a las pequeñas comunidades y al área rural, que debe ser asistida para dar respuesta a las soluciones individuales planteadas para la prevención y GIS de los residuos.

La recomendación general para el área económica consiste en implantar progresivamente un sistema para la prevención y GIS de los residuos que sea autosustentable financieramente a mediano plazo. Para alcanzar este objetivo se propone una política, la cual deberá lograrse mediante la estrategia y acciones que más adelante se mencionan:

Tomando en cuenta lo anterior, la GIS de los RSU se puede lograr con la siguiente estrategia económica:

- ❖ Establecer mecanismos de inversión y financiamiento para la implementación de la gestión integral de los Residuos.

7.- Lograr la sustentabilidad en la gestión integral de residuos a través de la Reducción, Valorización y Manejo Integral de los RSU y RME

Las políticas y estrategias en el área técnica de la GIS de los RSU, se deben desarrollar a corto, mediano y largo plazo. Ellas involucran el disponer de un mejor conocimiento sobre la cantidad y tipo de residuos que se producen en el Estado; la promoción de formas de gestión integral de los residuos; el mejoramiento de las diferentes fases del servicio; la implementación de métodos técnicamente adecuados para el tratamiento y la disposición final ya sea local o regional, incluyendo el saneamiento de los sitios de disposición final a cielo abierto existentes en el Estado y la promoción de la recuperación y el reciclaje para aumentar la vida útil de los sitios de disposición final.

Asimismo, el fortalecimiento de la asesoría técnica y económica dirigida a los entes operativos de los municipios, con el fin de fortalecer técnicamente la GIS de los RSU, llevar a cabo investigaciones de campo, diseño de métodos e implementación de los mismos, dotación de equipos adecuados, adiestramiento de personal, supervisión, evaluación y control.

Para inducir una gestión integral de los RSU, las acciones deben estar orientadas a producir un cambio paradigmático que haga responsables a todos los actores sociales por los residuos generados desde el origen hasta su adecuada disposición, con los fines de reducir y en lo posible eliminar los efectos contaminantes que ocasiona la gestión inadecuada de los residuos.

En Morelos se hace necesario elevar los conocimientos relacionados con la cantidad, composición y características de los residuos sólidos. Asimismo,

disponer de información técnica sobre la presencia o no de materiales peligrosos en los RSU y sobre los constituyentes y componentes específicos de los residuos para la mejor estructuración de los sistemas integrales de manejo y para el conocimiento de las mejores posibilidades de recuperación y reciclaje.

La recuperación, acopio y reciclaje de materiales aprovechables será una de las medidas preventivas a impulsar a fin de disminuir las cantidades de residuos a manejar y disponer, minimizar los impactos ambientales que ellos ocasionan y promover la generación de empleo digno a las personas cuyo sustento depende de esta actividad.

Lograr el Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIREs), sin perjuicio de los estándares de calidad de vida, mediante el desarrollo de tecnología apropiada para atender la diversidad de realidades de las zonas urbanas del Estado, cuya aplicación sea posible con los recursos humanos y materiales de la localidad y estar al alcance de las posibilidades económicas de quienes sufragan el servicio.

La apropiada Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIREs), supone una planificación estratégica del sector de los RSU con un componente fundamental: la educación de la ciudadanía para promover su participación, ya sea como supervisores de la calidad del servicio, o como gestores directos de los cambios que conduzcan a la separación en la fuente y la valorización de los materiales contenidos en los residuos.

El Área Técnica en lo relativo a la prestación de los SAU debe ser considerada bajo un enfoque integral donde todos los componentes del servicio tengan igual importancia.

La GIS de los RSU es una actividad técnica que ejecutan las municipalidades. Debe ser realizada de acuerdo a los principios que rigen los servicios públicos, es decir universalidad, continuidad y permanencia a los menores costos posibles que la tecnología disponible permita.

De acuerdo a estos criterios, la política planteada se logrará a través de las siguientes estrategias:

- ❖ Fomentar la reducción de RSU y RME.
- ❖ Promover la Separación y Establecer la Valorización de los Residuos.
- ❖ Fomentar el Reciclaje y Tratamientos de RSU y RME.
- ❖ Uniformizar las características de los sistemas de almacenamiento temporal en las diversas fuentes generadoras de RSU y RME.
- ❖ Mejorar la eficiencia y cobertura de los sistemas de barrido y promover la limpieza de áreas públicas y vialidades.
- ❖ Mejorar la eficiencia y cobertura de los sistemas de recolección de RSU y RME, y regular el traslado de estos hasta su almacenamiento, tratamiento o disposición final.
- ❖ Disminuir los gases de efecto invernadero a través de la correcta disposición final de los residuos.

8.- Procurar la participación y el desarrollo social así como el establecimiento de acciones dirigidas a apoyar grupos vulnerables por la gestión integral sustentable.

La implementación de una GIS de los RSU, en la que participe el municipio, la comunidad y el sector empresarial, en la que la participación de la población es fundamental para que promueva la separación de los residuos en la fuente de generación, la recuperación de materiales reciclables, un adecuado servicio de

aseo urbano y un ambiente sano para el beneficio de las actuales y futuras generaciones, así como la mejoría de la calidad de vida de la población, con participación activa de la comunidad organizada y que contemple la reducción de la contaminación ambiental y la disminución de la exposición de la población a los riesgos en las diversas fases del manejo de los residuos así como la priorización de los grupos de mayor riesgo como los pepenadores, trabajadores formales e informales de aseo urbano, población circundante a los sitios de disposición final y población urbana sin servicio de recolección.

Por otra parte, el Estado mediante información disponible debe identificar la magnitud del problema de participación y desarrollo social relacionado con el manejo de los residuos, para lo cual se proponen las siguientes estrategias:

- ❖ Atención a la ciudadanía sobre el manejo integral de residuos.
- ❖ Difusión y concientización.
- ❖ Participación de la ciudadanía.
- ❖ Promoción del Desarrollo Social.

5.2 Líneas de Acción Estratégicas

Las líneas de acción para llevar a la práctica las políticas y estrategias propuestas en el capítulo ocho del Programa Estatal se formularon de acuerdo a tres categorías: las que pueden llevarse a cabo en el corto plazo (inmediatas), corto plazo y con aplicación continua y las acciones de mediano plazo. Ver el anexo G.

Las acciones inmediatas permiten aprovechar las oportunidades y sientan las bases de consolidación de las recomendaciones del presente Programa Estatal. Para la aplicación de estas acciones se considera un periodo de aplicación inmediato y no mayor a dos años.

Las acciones inmediatas y con aplicación continua, además de permitir aprovechar las áreas de oportunidad identificadas y sentar las bases de consolidación de las recomendaciones del Programa, deben mantenerse en constante aplicación incluso entre periodos intergubernamentales. Es decir, estas acciones tienen un periodo de aplicación inmediato y continuo incluso superior al periodo de gobierno para mantener e incrementar su efectividad y a la vez permitir el monitoreo del avance en el logro de los objetivos mediante los indicadores de desempeño que se describen más adelante.

Las acciones con aplicación a mediano plazo, son aquellas que por su naturaleza requieren de un mayor tiempo de planeación y análisis, dado que una vez sentadas las bases de consolidación de las recomendaciones del presente Programa Estatal pueden implementarse o llevarse a cabo con mayor certeza económica, legal, técnica o de otra índole, por lo que su periodo de aplicación es alrededor de los tres años.

Todas las acciones deben comprenderse como el mecanismo directo que responde a la implementación de las estrategias; por lo tanto, varias acciones pueden servir al desarrollo de una estrategia o una acción puede contribuir a varias estrategias.

Cabe mencionar que las acciones propuestas en este capítulo, para su eficiente aplicación requieren de la participación de varios actores, siendo entre los principales: La Federación, el Congreso del Estado, el gobierno del Estado, los gobiernos municipales, generadores y prestadores de servicios de RME y RP, organismos operadores, medios masivos de comunicación, instituciones

educativas y de investigación públicas y privadas, iniciativa privada, sociedad civil organizada, cámaras industriales, asociaciones civiles, instituciones académicas y financieras, órganos de consulta y población en general. En el anexo G, se indica de manera clara la designación de los actores involucrados en la implementación de las propuestas, así como el periodo o plazo recomendable de aplicación o ejecución.

1. Líneas de acción para el Estado.

1.1.- A Corto Plazo (inmediatas):

- ❖ Gestionar ante el Congreso por solicitud de los municipios la conformación de las Organismos Operadores.
- ❖ Aprobar la creación de organismos operadores intermunicipales.
- ❖ Elaborar y actualizar periódicamente los Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.
- ❖ Establecer y compartir un sistema de información estatal de los RSU, RME y RP.
- ❖ Elaborar un Programa a nivel estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los Residuos.
- ❖ Gestionar ante el Congreso del Estado instrumentos que obliguen a los municipios a elaborar, presentar y ejecutar los Planes de Regularización de los Sitios de Disposición Final.
- ❖ Actualizar y/o elaborar los bandos de policía y buen gobierno, y elaborar los reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.
- ❖ Establecer un centro de aprovechamiento y valorización de los residuos.
- ❖ Establecer un instrumento de organización técnico-administrativo.
- ❖ Selección y contratación de personal suficiente, conforme al manual de estructura organizacional técnico-administrativo.
- ❖ Elaboración de convenios o acuerdos con instituciones académicas, públicas, privadas, asociaciones civiles, etc., para el desarrollo e implementación del programa de capacitación.
- ❖ Diseño e implementación de programas de capacitación a nivel directivo, gerencial, técnico, operacional y formación académica relacionados con la gestión integral de los residuos.
- ❖ Incluir la gestión integral de los residuos en los Programas Operativos Anuales de inversión y operación.
- ❖ Realizar gestiones para la obtención de recursos ante la Federación, Banco Mundial, Agencias de Cooperación Internacionales, entre otros.
- ❖ Establecer indicadores de costos de los subsistemas que conforman la gestión integral de los residuos.
- ❖ Difundir y dar seguimiento al Registro de Planes de Manejo de RME.
- ❖ Promover la instalación de centros de acopio.
- ❖ Promover a la ciudadanía y empresarios el barrido de los frentes de sus viviendas y sitios de trabajo.
- ❖ Reducir costos de operación y eficientizar los sistemas de recolección.
- ❖ Regularización de Sitios de Disposición Final.
- ❖ Establecer líneas para quejas y sugerencias sobre los servicios del manejo integral de los residuos.

- ❖ Seguimiento de quejas y sugerencias a través de indicadores de desempeño.
 - ❖ Difusión en medios masivos de comunicación de los beneficios de realizar el manejo integral de los residuos.
 - ❖ Difusión sobre los costos que representa el manejo inadecuado de los residuos vs manejo integral; así como la necesidad de pagar por los servicios recibidos.
 - ❖ Difusión sobre la corresponsabilidad en el manejo integral de los residuos.
 - ❖ Crear mecanismos para la participación responsable, activa y efectiva de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a la gestión y manejo integral de los residuos.
 - ❖ Celebrarán convenios con medios de comunicación para la promoción de las acciones de prevención y gestión integral de los residuos.
 - ❖ Promoverán el reconocimiento a los esfuerzos más destacados de la sociedad en materia de prevención y gestión integral de los residuos.
 - ❖ Capacitación para mejorar la eficiencia de recuperación y reciclaje de materiales valorizables.
 - ❖ Establecer un programa de protección a la salud y seguridad de los pepenadores.
 - ❖ Establecer convenios con instituciones para capacitación a pepenadores en desarrollo de habilidades y fuentes alternativas de trabajo.
- 1.2.- A Corto Plazo y con Aplicación Continua:
- ❖ Identificar recursos económicos que permitan la implementación de la GIS en las regiones.
 - ❖ Realizar gestiones para atraer recursos económicos de la Federación, Congreso de la Unión y del Estado, Instituciones Financieras, Asociaciones Privadas, entre otros.
 - ❖ Establecer la infraestructura regional para el manejo integral de RSU y RME, en sitios con pasivos ambientales.
 - ❖ Elaborar las Normas Técnicas Correspondientes a aspectos del manejo integral de los residuos.
 - ❖ Garantizar que el Estado y los Municipios cuenten con personal suficiente y capacitado en materia legal de residuos.
 - ❖ Suscribir con la federación los convenios o acuerdos de coordinación para la autorización y el control de las actividades realizadas por los microgeneradores de residuos peligrosos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; el control de los residuos peligrosos que estén sujetos a los planes de manejo; el establecimiento y actualización de los registros que correspondan en los casos anteriores; y la imposición de las sanciones aplicables.
 - ❖ Generar y proporcionar la información de la ubicación de infraestructura del manejo integral de los residuos para que sea incluida en el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico, Programa Estatal de Desarrollo Urbano, Programa Municipal de Desarrollo y en los Ordenamientos Ecológicos locales.
 - ❖ Diseñar e implementar campañas de difusión y concientización que incentiven la participación ciudadana en la prevención, el aprovechamiento y valorización de los residuos.

- ❖ Realizar convenios con instituciones educativas y de investigación para el desarrollo e implementación de programas de investigación científica y tecnológica para fortalecer la Gestión Integral de los RSU y RME.
 - ❖ Realizar congresos, seminarios y cursos de difusión y capacitación en los aspectos de la gestión integral de los residuos.
 - ❖ Promover y sensibilizar a los actores de la transversalidad en la Gestión Integral de los Residuos.
 - ❖ Actualizar el marco normativo para incluir la transversalidad en la Gestión Integral de los Residuos.
 - ❖ Invitar a los organismos de cooperación técnica y financiera internacional a conformar el fondo de inversión para establecer la gestión integral de los residuos.
 - ❖ Gestionar ante el Congreso del Estado partidas especiales para realizar inversiones en el manejo integral de los residuos.
 - ❖ Elaborar Proyectos MDL y Metano 2 Mercados.
 - ❖ Programa de atención a la ciudadanía sobre el manejo integral de los residuos.
 - ❖ Realización de Talleres sobre la gestión integral de los residuos.
 - ❖ Realización de congresos estatales sobre el manejo integral de los residuos e intercambio de experiencias exitosas en la gestión integral de los residuos.
 - ❖ Realización de cursos de capacitación sobre el manejo integral de los residuos.
 - ❖ Realización de foros para la emisión de opiniones de proyectos y servicios relacionados con los residuos.
 - ❖ Crear y actualizar una página web para difundir las acciones y programas propuestos y realizados por los Municipios, el Estado, Comunidades, Organizaciones Civiles, Redes, etc. Así como la difusión de prestadores de servicios relacionados con la gestión integral de los residuos.
 - ❖ Convocar a los grupos sociales organizados a participar en proyectos destinados a generar la información necesaria para sustentar programas de gestión integral de los residuos.
- 1.3.- A Mediano Plazo:
- ❖ Promover estímulos fiscales a la participación del sector privado en la prestación del Sistema de Aseo Urbano y en la valorización de los subproductos.
 - ❖ Comprometer la participación de las Cámaras Industriales, iniciativa privada y centros de investigación en la solución de los problemas inherentes a los residuos, así como la aplicación de tecnologías sustentables.
 - ❖ Crear en la CEAMA una unidad asesora en aspectos técnicos y legales sobre residuos sólidos que apoye la gestión de los municipios.
 - ❖ Conformar el Órgano de Consulta establecido en la LGPGIR.
 - ❖ Establecer una metodología de manejo y control de costos involucrados en la GIS de los RSU.
 - ❖ Desarrollar mecanismos especiales de financiamiento.
 - ❖ Instituir el premio anual de investigación y desarrollo de alternativas para el reuso, valorización y tratamiento de los residuos.
 - ❖ Realizar un estudio para determinar la viabilidad de la sustitución de plástico de lenta degradación en bolsas, envases y embalajes.
 - ❖ Promover el reuso a través de campañas de difusión y concientización.

- ❖ Promover la instalación de Plantas de Separación.
- ❖ Fomentar el desarrollo de la industria del reciclaje.
- ❖ Fomentar la investigación y el desarrollo del compostaje.
- ❖ Fomentar el compostaje en sitios de disposición final.
- ❖ Establecer instrumento técnico de almacenamiento temporal en los parques, jardines, vías públicas, centros comerciales, etc.
- ❖ Crear instrumentos técnico normativos sobre los sistemas de recolección.
- ❖ Construcción de Sitios de Disposición Final en sitios con pasivos ambientales.
- ❖ Integración de grupos sociales en la planeación y seguimiento de acciones de la gestión integral de los residuos.
- ❖ Sistematizar y poner a disposición del público la información obtenida en el ejercicio de sus funciones vinculadas a la gestión de los residuos sólidos.
- ❖ Crear redes de representantes de manzana, para dar seguimiento y emitir opinión sobre los servicios recibidos y proyectos en ejecución.
- ❖ Fomentar y apoyar la conformación, consolidación y operación de grupos intersectoriales interesados en participar en el diseño e instrumentación de políticas y programas correspondientes.
- ❖ Fomentar el desarrollo de mercados para los materiales, residuos y productos reciclables y reciclados.
- ❖ Fomentar el desarrollo y uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o aprovechamiento de los Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en forma ambientalmente eficiente y económicamente viable.

2.- Líneas de acción para los Municipios.

2.1.- A Corto Plazo (inmediatas):

- ❖ Considerar en la Ley de Ingresos de los Municipios un sistema tarifario del manejo integral de los residuos para lograr la sustentabilidad del servicio.
- ❖ Elaborar el Programa municipal de prevención y gestión integral de los residuos
- ❖ Capacitar a los responsables de los sistemas de aseo urbano.
- ❖ Crear los organismos operadores intermunicipales cuando así convenga.
- ❖ Elaborar un programa de comunicación con la finalidad de involucrar a la sociedad.
- ❖ Actualizar la legislación municipal.
- ❖ Establecer un programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.
- ❖ Promover la separación en la fuente.
- ❖ Optimizar el sistema de Aseo Urbano.
- ❖ Presentar los programas de regularización de los sitios de disposición final

2.2.- A Corto Plazo y Aplicación Continua:

- ❖ Establecer Centros de Acopio Municipales o Regionales de materiales valorizables y residuos orgánicos.
- ❖ Promover la instalación de centros de acopio de materiales valorizables.

2.3.- A Mediano Plazo:

- ❖ Contar con instrumentos de planeación que permitan la implementación de la gestión integral de los residuos.

- ❖ Evaluar el proceso de concesión del manejo integral de los residuos al sector privado para establecer su rentabilidad económica y financiera, y garantizar la calidad y cobertura del servicio.
- ❖ Consolidar un modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de los residuos sólidos.

5.3 Estudios y Proyectos

Durante las últimas décadas, el desarrollo turístico y económico de Morelos se ha caracterizado por una creciente expansión en diversas localidades de los municipios de Cuernavaca, Yautepec, Cuautla y Tepoztlán principalmente. Lo anterior obligó al gobierno del Estado, en conjunto con los gobiernos municipales, a realizar esfuerzos adicionales para mejorar los servicios públicos en un ámbito de acción común. Si bien, esta zona se ha fortalecido en lo que se refiere a programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano (en especial el sector de agua potable y alcantarillado) en el ámbito del manejo de los residuos sólidos no ha habido avances significativos.

El rezago que tienen algunos municipios en la prestación del servicio público del manejo de sus residuos contrasta enormemente con otros que tienen un avance significativo. No obstante, el manejo dista mucho de ser el adecuado; técnicas de recolección y equipos inadecuados, así como falta de mantenimiento, tiraderos a cielo abierto, quemas recurrentes de los residuos y rellenos sanitarios mal operados son sólo parte de la problemática. Aunado a esto se observa una legislación con pocos mecanismos de aplicación, baja participación ciudadana en la problemática ambiental y pocos recursos financieros. Ahora, con la entrada en vigor de la LGPGIR y la LRSEM, los municipios están obligados a elaborar e instrumentar programas locales para la prevención y gestión integral de los RSU.

Considerando lo anterior el gobierno del Estado de Morelos, con la participación de los municipios, decidió desarrollar el “Plan Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Estado de Morelos, con el propósito de orientar las políticas y estrategias que permitan mejorar la prestación de los servicios de recolección, barrido, transferencia, aprovechamiento, valorización y disposición final.

El Gobierno del Estado, mediante concurso, contrató a la empresa Ingeniería y Desarrollo Sustentable S.A. de C.V. para la elaboración del Programa Estatal. Se realizó un trabajo multidisciplinario en donde se estudiaron aspectos institucionales, legales, técnicos y económico-financieros, de salud, ambientales y socioeconómicos de la zona; se realizaron visitas, consultas y entrevistas con los responsables de los servicios públicos; se hicieron visitas de campo para constatar las condiciones del manejo de los residuos en el Estado y se sostuvieron reuniones para el análisis de alternativas y propuestas.

De toda la información de diagnóstico, consultas e informes realizados anteriormente se elaboró el presente Programa. De él, se desprende que existen vacíos en diferentes áreas en donde es necesario realizar acciones para mejorar el manejo de los residuos en el Estado. El Programa considera que las áreas en donde es primordial llevar a cabo dichas acciones son: legal, institucional y técnica. Ver el anexo G.

1. Regionalización

Dentro de los estudios y proyectos para fortalecer la regionalización como instrumento en la Gestión Integral de los Residuos, se propone realizar los siguientes:

- ❖ Elaborar los Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de las Regiones Poniente, Centro Sur, Sur Oriente, Nor Oriente, Centro, Zona Conurbada y Altos de Morelos.
- ❖ Elaborar el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial del municipio de Huitzilac.
- ❖ Elaborar el Inventario de RSU, RME y RP.
- ❖ Sistematizar la información relacionada con la Gestión Integral de los Residuos.
- ❖ Elaborar el Programa Estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los residuos.

2. Marco Legal

El análisis del sector de residuos permite identificar ciertas limitaciones que requieren ser atendidas a fin de complementarse y/o fortalecerse. Dentro de estas limitantes se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Asentar en el Registro Público de Propiedad los sitios anteriores y actuales de disposición final para prevenir usos distintos al establecido.
- Incorporación de la infraestructura para el manejo de los RSU en los Programas de Ordenamiento Ecológico Local (reservar territorios para sitios de transferencia, tratamiento y disposición final).
- Poca evolución de las disposiciones jurídicas vigentes en la zona, relacionadas a la prestación del servicio de aseo urbano.
- Falta de soportes jurídicos para que los prestadores del servicio puedan cobrar a los particulares y/o usuarios por gastos de operación.
- Aumentar la participación de la sociedad en la solución del problema.

Para atender los puntos descritos es indispensable fortalecer la legislación vigente con el objeto de ampliar y precisar la regulación en materia de prestación del servicio público de limpia, el presente Programa sugiere la realización de los siguientes estudios y proyectos en el área legal, (ver anexo G):

- ❖ Elaboración de Normas Técnicas sobre:
 - ✓ Especificaciones de diseño y construcción de SDF para residuos de la construcción;
 - ✓ Analizar la factibilidad de crear instrumentos para regular el uso de plásticos de lenta degradación en bolsas;
 - ✓ Diseño del sistema de almacenamiento temporal;
 - ✓ Especificaciones para optimizar los sistemas de Aseo Urbano;
 - ✓ Construcción y operación de Estaciones de Transferencia;
 - ✓ Construcción y operación de Plantas de Selección;
 - ✓ Construcción y operación de Centro de Acopio de Materiales Valorizables;
 - ✓ Acopio y Disposición de Llantas;
- ❖ Formación y capacitación continua a funcionarios y establecer programas periódicos de verificación.
- ❖ Elaborar un modelo de reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.

- ❖ Elaborar un estudio técnico sobre las tarifas aplicables al derecho por la prestación del servicio de aseo urbano, comprendido en las etapas del manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

- ❖ Estudios y proyectos para la selección y ubicación de sitios para el manejo integral de los residuos.

3. Prevención, Minimización y Valorización

Dentro de los estudios y proyectos para la prevención, minimización y valorización de los subproductos contenidos en los RSU y RME aplicando principios de reducción, reutilización y reciclaje., se propone realizar los siguientes, (ver anexo G):

- ❖ Diseño de Campaña de Difusión para la prevención, aprovechamiento y valorización de los materiales contenidos en los residuos.

- ❖ Desarrollo de los mecanismos para el otorgamiento de estímulos fiscales.

- ❖ Realizar un estudio para determinar la factibilidad de la instalación de un centro de aprovechamiento y valorización de los residuos.

- ❖ Elaborar Proyecto Ejecutivo, Construcción y Operación de un Centro de Aprovechamiento y Valorización de los residuos.

- ❖ Proyectos Ejecutivos para la construcción y operación de Centros de Acopio.

4. Fortalecimiento Institucional

El análisis institucional del manejo de RSU identifica diversas dependencias y organizaciones cuya participación se limita exclusivamente a aspectos particulares, es decir, que son de carácter normativo, técnico, operativo, de coordinación, financiero, ambiental o social. Bajo este concepto, se observa la carencia de un concepto integral y regional del manejo de los residuos sólidos. Así como la falta de coordinación entre las dependencias encargadas de prestar los servicios relativos a residuos sólidos y aquellas responsables de regularlo, supervisarlo y aplicar las normas correspondientes.

Se observa poca o nula concientización del personal de las dependencias encargadas del manejo de RSU y también de la población en lo que se refiere a la gestión integral de RSU; asimismo, en parte de los municipios existe limitada capacidad institucional de los funcionarios, personal técnico, financiero y administrativo, lo cual les impide asumir adecuadamente su función respectiva.

Por otra parte, se carece de un sistema de información de residuos sólidos. Actualmente, cada municipio genera su base de datos con criterios propios (en el mejor de los casos) siendo esto una limitante para la definición de la problemática, planeación, toma de decisiones, establecimiento de recursos financieros, así como el seguimiento de la gestión a nivel estatal.

Aunado a lo anterior se pudo constatar que no existe el fomento para la creación o ampliación del mercado de productos reciclables, por el contrario existe renuencia para tramitar permisos a los establecimientos de compra y venta de materiales reciclables o se busca regularizar los centros de acopio que ya existen, para que cumplan con la normatividad.

Parte de la problemática que existe en el manejo de RSU deriva de los limitados fondos que se tienen en base a las asignaciones presupuestales, además de que no se ha promovido la participación de empresas privadas en el sector, ni el desarrollo de otros sistemas de financiamiento. A través de los cuales se podría

cobrar el servicio de aseo urbano a usuarios considerados como grandes generadores.

Otro aspecto importante es el volumen informal de ingresos del servicio, en todos los municipios el usuario no paga la tarifa al prestador, sino que existe la práctica generalizada del pago de propinas a lo que se suman ingresos asociados por actividad de pepena, o prepepena.

Para remediar tal situación, el Programa sugiere realizar la capacitación del personal técnico estatal, por parte de la Secretaría (SEMARNAT, Nivel Federal), además de los correspondientes a nivel estatal y municipal. Para ello se tiene que realizar, (ver anexo G):

- ❖ Elaborar y actualizar un manual de estructura organizacional técnico-administrativo.
- ❖ Elaborar y actualizar el programa de capacitación que incluya los temas sobre la gestión integral de los residuos.
- ❖ Elaboración y actualización de manuales de procedimientos técnico-administrativos para la gestión integral de los residuos.
- ❖ Elaborar el programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.
- ❖ Programa de prevención y mantenimiento de infraestructura para el manejo integral de los residuos.
- ❖ Programa de adquisición y sustitución de infraestructura y equipamiento para el manejo integral de los residuos.
- ❖ Elaboración de un modelo tarifario estatal en el manejo integral de RSU y RME.
- ❖ Estudio de análisis para la concesión de la Gestión Integral de los residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial.

5. Área Económica

Con el fin de establecer mecanismos de inversión y financiamiento para la implementación de la gestión integral de los residuos., se propone realizar el siguiente estudio, (ver anexo G):

- ❖ Modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de los residuos sólidos.

6. Área Técnica

Como ya se mencionó, en el Estado de Morelos existen rezagos significativos debido a que no se aplicaron estrategias coordinadas entre los responsables de la prestación del servicio de aseo urbano. Con la entrada en vigor de la NOM-083-SEMARNAT-2003 es hasta el año de 2007 cuando se empieza a planear la mejora de la Gestión Integral de los RSU; en el punto once la norma especifica que todos los sitios de disposición final deberán apegarse a la Norma para continuar operando, debiendo presentar un plan de regularización:

- 1) Durante el periodo de un año a partir de la fecha de entrada en vigor de la Norma (20 de octubre 2004) la entidad responsable de la instalación elaborará y someterá a la aprobación de las autoridades competentes un Plan de Regularización de la misma, que incluya las acciones y medidas que se consideren necesarias, con el fin de cumplir los requisitos que se incluyen dentro de esta norma;
- 2) Una vez presentado el Plan de Regularización, las autoridades competentes adoptarán la decisión definitiva en un plazo no mayor de 6 meses,

sobre la cancelación o autorización de continuar las operaciones, con base en el Plan de Regularización y de lo dispuesto en la presente Norma. Las autoridades competentes, adoptarán las medidas necesarias para cerrar las instalaciones que no hayan obtenido, de conformidad con esta Norma, la autorización para continuar con sus actividades;

3) Sobre la base del Plan de Regularización aprobado, la autoridad competente fijará un periodo transitorio para el implemento de dicho plan de regularización.

Del diagnóstico realizado se detectó que para el Estado de Morelos la disposición final requiere atención prioritaria por no contar con la infraestructura adecuada.

Otros aspectos críticos que fueron detectados son:

En la fase de recolección. El problema principal es que se requiere de la renovación del parque vehicular, mejorar la parte operativa y de mantenimiento. Baja eficiencia del personal de recolección debido a la existencia de un subsistema de carácter informal, prepepena de materiales valiosos que son separados en las rutas de atención domiciliaria, lo cual aumenta el tiempo de recorrido e incrementa los costos de operación.

Los Estudios y Proyectos requeridos son las siguientes, (ver anexo G):

- ❖ Desarrollar el mecanismo para el otorgamiento del premio anual de investigación y desarrollo. Sobre los campos de investigación ver el anexo H.
- ❖ Elaborar las normas técnicas correspondientes.
- ❖ Diseño de campaña de difusión y concientización de reuso de bolsas y recipientes de plástico.
- ❖ Actualizar de manera trianual los estudios de generación y composición de RSU y RME.
- ❖ Programas Municipales de Separación de los residuos.
- ❖ Elaborar proyecto ejecutivo para la construcción y operación de planta de separación de la Región Centro, Altos de Morelos, Cuernavaca y en las que se requieran.
- ❖ Centros de acopio de materiales valorizables en instituciones educativas y centros religiosos.
- ❖ Centros de acopio particulares de materiales valorizables.
- ❖ Programa de acopio y destrucción de llantas.
- ❖ Estudio de factibilidad técnico-económica para la instalación y operación de un parque industrial de reciclaje, tratamientos y generación de energía.
- ❖ Generar y difundir incentivos para el establecimiento de industrias del reciclaje en el territorio del Estado.
- ❖ Desarrollar la norma técnica de almacenamiento temporal de RSU y RME.
- ❖ Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de barrido manual y mecánico.
- ❖ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de barrido.
- ❖ Programa de sustitución de equipo de barrido.
- ❖ Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de barrido. Ver Capítulo 6.
- ❖ Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de recolección.
- ❖ Elaborar el programa de recolección selectiva.

- ❖ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de recolección.
- ❖ Programa de sustitución de equipo de recolección, que incluya una selección técnica del mismo en función de los requerimientos conforme a la zona a utilizar.
- ❖ Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de recolección. Ver Capítulo 6.
- ❖ Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Altos de Morelos.
- ❖ Construir y operar estación de Transferencia de la Región Altos de Morelos en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Tlayacapan.
- ❖ Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Centro, en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Yautepec.
- ❖ Construir y operar estación de Transferencia de la Región Centro.
- ❖ Elaborar y aplicar indicadores de desempeño de las estaciones de transferencia. Ver Capítulo 6.
- ❖ Elaborar proyectos ejecutivos y construir y operar estaciones de transferencia en las regiones que así lo requieran. Ver anexos J1 a J3.
- ❖ Elaborar norma técnica para el transporte de RSU y RME.
- ❖ Elaborar norma técnica para la instalación y operación de Estaciones de Transferencia.
- ❖ Elaborar el Plan de Regularización para clausura para los sitios no controlados siguientes: El Cuiji en Amacuzac; Atlatlahucan en Atlatlahucan; El Papayo, Atlacahualoya, Ejido de Almolonca, Ahuaxtla y Libramiento, en Axochiapan; Moyotepec en Ayala; Jantetelco en Jantetelco; Tetelilla, Amacuitlapilco en Jonacatepec; El jabonero en Mazatepec; El Paredón en Miacatlán; Ocuituco en Ocuituco; El Estudiante en Puente de Ixtla; Tetlama y Mina San Felipe en Temixco; Ejido de Tecajec en Temoac; Cerro del Horno, Zacapalco e Ixtlilco en Tepalcingo; Amilcingo en Tepoztlán; El Charco en Tetecala; Tetela del Volcán en Tetela del Volcán; Chantepec en Tlalnepantla; Cuauilotla y El Chiquihuete en Tlaltizapán; Campo Zacualpan en Tlaquiltenango; Paraíso del Sol en Tlayacapan; Santa Bárbara, en Totolapan; El Zarco en Yautepec; Tiradero particular en Yecapixtla; Zacatepec de Hidalgo en Zacatepec de Hidalgo; Zacualpan de Amilpas en Zacualpan de Amilpas.
- ❖ Elaborar el Plan de Regularización para clausura del sitio controlado conocido como Ex Hacienda de Dolores en el municipio de Emiliano Zapata.
- ❖ Elaboración del Proyecto Ejecutivo para la Construcción y Operación del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.
- ❖ Construcción del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.
- ❖ Construcción del Relleno Sanitario de la Región Sur Oriente.
- ❖ Elaborar o adecuar el Manual de Operación de los Rellenos Sanitarios.
- ❖ Elaborar el Reglamento Interno del Relleno Sanitario.
- ❖ Aplicar el programa de monitoreo y potsclausura.
- ❖ Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sitio de disposición final. Ver Capítulo I.

- ❖ Construcción red de captación y quema de biogás en Milpillitas Tetlama.
- ❖ Estudio para la generación de energía mediante la quema de gas metano en el sitio de disposición final La Perseverancia en Cuautla.
- ❖ Elaboración de Estudios para el aprovechamiento de biogás de los sitios de disposición final que cuenten con las condiciones técnicas.

7. Participación y Desarrollo Social

Con el objeto de procurar la participación y el desarrollo social así como el establecimiento de acciones dirigidas a apoyar grupos vulnerables por la gestión integral sustentable, los estudios o proyectos propuestos son los siguientes:

- ❖ Programa de concientización ambiental para los usuarios del sistema de manejo de RSU y RME.
- ❖ Elaborar indicadores de medición del impacto del programa de concientización ambiental. Ver Capítulo 6

Por otra parte, y con respecto a los recursos económicos necesarios para invertir en la realización de los estudios, proyectos e infraestructura para el desarrollo del sector residuos en el Estado, en la tabla 10.1, se muestran las estimaciones al respecto, donde se puede observar que en la realización de determinadas acciones intervienen recursos del gasto corriente asignado al Estado y municipios.

Tabla 10.1 Inversión Estimada para el Desarrollo de Acciones, Estudios y Proyectos Fuentes de Financiamiento

ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	INVERSIÓN ESTIMADA (PESOS)	PLAZO EJECUCIÓN			RESPONSABLE
			C	M	L	
REGIONALIZACIÓN PARA EL GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS						
Gestionar ante el Congreso por solicitud de los municipios la conformación de las Organismos Operadores Intermunicipales.		Gasto corriente	X	X		Estado y Municipios.
Aprobar la creación de organismos operadores intermunicipales.		Gasto corriente	X	X		Congreso.
Elaborar y actualizar periódicamente Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	Elaborar los Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial de las Regiones Poniente, Centro Sur, Sur Oriente, Nor Oriente, Centro, Zona Conurbada, Alto de Morelos.	2,000,000.00		X	X	Estado y Municipios.
	Elaborar el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial del municipio de Huitzilac	400,000.00	X	X		Municipio.
Establecer y compartir un sistema de información estatal de los RSU, RME y RP.	Elaborar el Inventario de RSU, RME y RP.	500,000.00	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Generadores y Prestadores de Servicios de RME y RP.
	Sistematizar la información.	300,000.00		X	X	Estado y Municipios.
Elaborar un Programa Estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los Residuos.	Programa Estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los Residuos.	500,000.00		X	X	Estado.
Identificar recursos que permitan la implementación de la GIS en las regiones.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado y Municipios.
Realizar gestiones para atraer recursos de la Federación, Congreso de la Unión y del Estado, Instituciones Financieras, Asociaciones Privadas, entre otros.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado y Municipios.
Establecer la infraestructura regional para el manejo integral de RSU y RME, en sitios con pasivos ambientales.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
MARCO LEGAL						
Gestionar ante el Congreso del Estado instrumentos que obliguen a los municipios a elaborar, presentar y ejecutar los Planes de Regularización de los Sitios de Disposición Final.		Gasto corriente	X	X		Estado.
Elaborar las Normas Técnicas Correspondientes.	Normas Técnicas sobre : - Especificaciones de diseño y construcción de SDF para residuos de la construcción ; - La regulación del uso de plásticos de lenta degradación en bolsas, envases y embalajes; - Diseño del sistema de almacenamiento temporal ; - Especificaciones para optimizar los sistemas de barrido y de recolección ; - Transporte de RSU y RME; - Construcción y operación de Estaciones de Transferencia ; - Construcción y operación de Plantas de Selección ; - Construcción y operación de Centro de Acopio de Materiales	1,600,000.00		X	X	Estado.
Garantizar que el Estado y los Municipios cuenten con personal suficiente y capacitado en materia legal de residuos.	Formación y capacitación continua a funcionarios y establecer programas periódicos de verificación.	300,000.00	X	X	X	Estado y Municipios.
Suscribir con la federación los convenios o acuerdos de coordinación para la autorización y el control de las actividades realizadas por los microgeneradores de residuos peligrosos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; el control de los residuos peligrosos que estén sujetos a los planes de manejo; el establecimiento y actualización de los registros que correspondan en los casos anteriores ; y la imposición de las sanciones aplicables.		Gasto corriente		X		Federación, Estado y Municipios.
Actualizar y/o elaborar los bandos de policía y buen gobierno, y elaborar los reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.	Elaborar un modelo de reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.	300,000.00	x	x	x	Estado y Municipios.
Considerar en la Ley de Ingresos de los Municipios un sistema tarifario del manejo integral de residuos para lograr la sustentabilidad del servicio.	Elaborar un estudio técnico sobre las tarifas aplicables al derecho por la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final, comprendido en las etapas del manejo integral de residuos sólidos urbanos.	400,000.00	X	X		Municipios.
Generar y proporcionar la información de la ubicación de infraestructura del manejo integral de residuos, para que sea incluida						

ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	INVERSIÓN ESTIMADA (PESOS)	PLAZO DE EJECUCIÓN			RESPONSABLE
			C	M	L	
PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN						
Diseñar e implementar campañas de difusión y concientización que incentiven la participación ciudadana en la prevención, el aprovechamiento y valorización de los residuos.	Diseño de Campaña de Difusión para la prevención, aprovechamiento y valorización de los residuos.	500,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Medios masivos de comunicación.
Realizar convenios con instituciones educativas y de investigación para el desarrollo e implementación de programas de investigación científica y tecnológica para fortalecer la Gestión Integral de los RSU y RME.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas y de Investigación, sociedad civil organizada, etc.
Realizar congresos, seminarios y cursos de difusión y capacitación en los aspectos de la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Instituciones Educativas y de Investigación, Iniciativa Privada, sociedad civil organizada, etc.
Promover estímulos fiscales a la participación del sector privado en la prestación del Sistema de Aseo Urbano y en la valorización de los subproductos.	Desarrollo de los mecanismos para el otorgamiento de estímulos fiscales.	Gasto corriente		X	X	Federación, Estado y Municipios.
Comprometer la participación de las Cámaras Industriales, iniciativa privada y centros de investigación en la solución de los problemas inherentes a los residuos, así como la aplicación de tecnologías sustentables.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Iniciativa Privada, Camaras Industriales, Asociaciones Civiles, instituciones de educación e investigación.
Establecer un centro de aprovechamiento y valorización de residuos.	Realizar estudios para determinar la factibilidad de la instalación de un centro de aprovechamiento y valorización de residuos.	500,000.00		X		Estatal.
	Elaborar Proyecto Ejecutivo, Construcción y Operación de un Centro de Aprovechamiento y Valorización de Residuos.	1,500,000.00		X	X	Federación, Estado, Municipios, Iniciativa Privada, Instituciones Académicas y Financieras.
Establecer Centros de Acopio Municipales o Regionales de materiales valorizables y residuos orgánicos.	Proyectos Ejecutivos para la construcción y operación de Centros de Acopio.	300,000.00	X	X	X	Municipios.
Promover la instalación de centros de acopio de materiales valorizables.		Gasto corriente	X	X	X	Escuelas, Iglesias, Centros Comerciales, Iniciativa Privada, Sociedad Civil Organizada, etc.
FORTEALECIMIENTO INSTITUCIONAL						
Promover y sensibilizar a los actores de la transversalidad en la Gestión Integral de los Residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Actualizar el marco normativo para incluir la transversalidad en la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Crear en la CEAMA una unidad asesora en aspectos técnicos y legales sobre residuos sólidos que apoye la gestión de los municipios.		Gasto corriente	X			Estado
Conformar el Órgano de Consulta.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Establecer un instrumento de organización técnico-administrativo.	Elaborar y actualizar un manual de estructura organizacional técnico-administrativo.	400,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Organo de Consulta.
Selección y contratación de personal suficiente, conforme al manual de estructura organizacional técnico-administrativo.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Elaboración de convenios o acuerdos con instituciones académicas, públicas, privadas, asociaciones civiles, etc., para el desarrollo e implementación del programa de capacitación.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Organismos Operadores, instituciones académicas, públicas, privadas, asociaciones civiles, etc.
Diseño e implementación de programas de capacitación a nivel directivo, gerencial, técnico, operacional y formación académica relacionados con la gestión integral de residuos.	Elaborar y actualizar el programa de capacitación que incluya los temas sobre la gestión integral de residuos.	500,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas Públicas y Privadas, Asociaciones Civiles.
	Elaboración y actualización de manuales de procedimientos técnico-administrativos para la gestión integral de residuos.	500,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas Públicas y Privadas, Asociaciones Civiles.
Establecer un programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.	Elaborar el programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.	200,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Contar con instrumentos de planeación que permitan la implementación de la gestión integral.	Programa de prevención y mantenimiento de infraestructura para el manejo integral de residuos.	400,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Programa de adquisición y sustitución de infraestructura y equipamiento para el manejo integral de residuos.	300,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Establecer una metodología de manejo y control de costos involucrados en la GIS de los RSU.	Elaboración de un modelo tarifario estatal en el manejo integral de RSU y RME.	500,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Organo de Consulta, instituciones publicas y privadas.
Evaluar el proceso de concesión del manejo integral de residuos al sector privado para establecer su rentabilidad económica y financiera, y garantizar la calidad y cobertura del servicio.	Estudio de análisis para la concesión de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial.	500,000.00	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores.
ECONÓMICA						
Incluir la gestión integral de los residuos en los Programas Operativos Anuales de inversión y operación.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Organismos Operadores, instituciones publicas y privadas, iniciativa privada, etc.
Desarrollar mecanismos especiales de financiamiento.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores
Consolidar un modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de residuos sólidos.	Elaboración de un modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de residuos sólidos.	200,000.00	X	X		Municipios y Organismos Operadores.
Invitar a los organismos de cooperación técnica y financiera internacional a conformar el fondo de inversión para establecer la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios y Organismos Operadores.
Realizar gestiones para la obtención de recursos ante la Federación, Banco Mundial, Agencias de Cooperación, entre otros.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios y Organismos Operadores.
Gestionar ante el Congreso del Estado partidas especiales para realizar inversiones en el manejo integral de los residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Congreso del Estado, Estado y Municipios.
Establecer indicadores de costos de los subsistemas que conforman la gestión integral.		Gasto corriente	X	X	X	

ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	INVERSIÓN ESTIMADA (PESOS)	PLAZO DE EJECUCIÓN			RESPONSABLE
			C	M	L	
ÁREA TÉCNICA						
Instituir el premio anual de investigación y desarrollo de alternativas para el reuso, valorización y tratamiento de los residuos.	Desarrollar el mecanismo para el otorgamiento del premio anual de investigación y desarrollo.	Gasto corriente	X	X		Estado, Congreso del Estado, Instituciones académicas e Iniciativa Privada.
Sustituir el uso de plástico de lenta degradación en bolsas, envases y embalajes.	Elaborar las normas técnicas correspondientes.	250,000.00	X	X	X	Estado, Congreso del Estado, Instituciones Académicas, Iniciativa Privada y Cámaras involucradas, etc.
Promover el reuso a través de campañas de difusión y concientización.	Diseño de campaña de difusión y concientización de reuso de bolsas y recipientes de plástico.	300,000.00	X	X	X	Estado, Municipios, Asociaciones, etc.
Difundir y dar seguimiento al Registro de Planes de Manejo de RME.		Gasto corriente	X	X		Estado y Grandes Generadores de RME.
Promover la separación en la fuente.	Actualizar de manera trienal los estudios de generación y composición de RSU y RME.	4,950,000.00	X	X	X	Municipios.
	Programas Municipales de Separación de Residuos.	4,000,000.00	X	X		Municipios.
Promover la instalación de Plantas de Separación.	Elaborar proyecto ejecutivo para la construcción y operación de planta de separación de la Región Centro, Altos de Morelos, Cuernavaca y en las que se requieran.	1,500,000.00	X	X		Estado, Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
Promover la instalación de centros de acopio.	Centros de acopio de materiales valorizables en instituciones educativas y centros religiosos.	300,000.00	X	X	X	Estado y Asociación Civil.
	Centros de acopio particulares de materiales valorizables.	200,000.00	X	X	X	Estado e Iniciativa privada.
	Centro de acopio municipales de materiales valorizables.	250,000.00	X	X	X	Estado y Municipios.
	Programa de acopio y destrucción de llantas.	1,200,000.00	X	X	X	Estado, Municipios e Iniciativa Privada.
Fomentar el desarrollo de la industria del reciclaje.	Estudio de factibilidad técnico-económica para la instalación y operación de un parque industrial de reciclaje, tratamientos y generación de energía.	1,000,000.00	X	X		Federación y Estado.
	Estudio de factibilidad técnica-económica para la instalación y operación de una planta de generación de energía a través de tratamiento de residuos.	1,500,000.00	X	X		Federación y Estado.
	Generar y difundir incentivos para el establecimiento de industrias del reciclaje en el territorio del Estado.	Gasto corriente	X	X	X	Federación y Estado.
Fomentar la investigación y el desarrollo del compostaje.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas e Iniciativa Privada.
Fomentar el compostaje en sitios de disposición final		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios.
Establecer instrumento técnico de almacenamiento temporal en los parques, jardines, vías públicas, centros comerciales, etc.	Desarrollar la norma técnica de almacenamiento temporal de RSU y RME.	150,000.00	X	X		Estado, Congreso del Estado y Municipios.
Optimizar el sistema de Barrido.	Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de barrido manual y mecánico.	300,000.00	X	X		Municipios y Organismos Operadores.
	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de barrido.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Programa de sustitución de equipo de barrido.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de barrido.	150,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Promover a la ciudadanía y empresarios el barrido de los frentes de sus viviendas y sitios de trabajo.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios y Población en General.
Optimizar el sistema de Recolección.	Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de recolección.	300,000.00	X	X		Municipios y Organismos Operadores.
	Elaborar el programa de recolección selectiva.	500,000.00	X	X		Municipios y Organismos Operadores.
	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de recolección.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Programa de sustitución de equipo de recolección, que incluya una selección técnica del mismo en función de los requerimientos conforme a la zona a utilizar.	250,000.00	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores, Concesionario.
	Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de recolección.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Reducir costos de operación y eficientar los sistemas de recolección.	Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Altos de Morelos.	220,000.00	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
	Construir y operar estación de Transferencia de la Región Altos de Morelos en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Tlaxacapan.	5,000,000.00	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
	Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Centro, en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Yautepac.	600,000.00	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
	Construir y operar estación de Transferencia de la Región Centro.	5,000,000.00	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
	Elaborar y aplicar indicadores de desempeño de las estaciones de transferencia.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Elaborar proyectos ejecutivos y construir y operar estaciones de transferencia en las regiones que así lo requieran.	1,500,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Crear instrumentos técnico normativos.	Elaborar norma técnica para el transporte de RSU y RME.	250,000.00	X	X		Estado, Congreso del Estado y Municipios.
	Elaborar norma técnica para la instalación y operación de Estaciones de Transferencia.	150,000.00	X	X		Estado, Congreso del Estado y Municipios.

ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	INVERSIÓN ESTIMADA (PESOS)	PLAZO DE EJECUCIÓN			RESPONSABLE
			C	M	L	
Regularización de Sitios de Disposición Final.	Sitios no controlados (PR para clausura de los sitios siguientes: El Cuiji en Amacuzac; Atlaltlahucan en Atlaltlahucan; El Papayo, Atlacahualoya, Ejido de Almolona, Ahuaxtla y Libramiento, en Axochiapan; Moyotepec en Ayala; Jantetelco en Jantetelco; Tetelilla, Amacuitlapilco en Jonacatepec; El jabonero en Mazatepec; El Paredón en Miaatlán; Ocuituco en Ocuituco; El Estudiante en Puente de Ixtla; Tetlama y Mina San Felipe en Temixco; Ejido de Tecajec en Temoac; Cerro del Horno, Zacapalco e Ixtlilco en Tepalcingo; Amilingo en Tepoztlán; El Charco en Tetecala; Tetela del Volcán en Tetela del Volcán; Chantepec en Tlalnepantla; Cuauhtla y El Chiquihuite en Tlaltizapán; Campo Zacualpan en Tlaquiltenango; Paraíso del Sol en Tlayacapan; Santa Bárbara, en Totolapan; El Zarco en Yauatepec; Tiradero particular en Yecapixtla; Zacatepec de Hidalgo en Zacatepec de Hidalgo; Zacualpan de Amilpas en Zacualpan de Amilpas).	5,000,000.00	X	X		Estado, Municipios y Particulares.
	Sitios controlados (Ex Hacienda de Dolores en Emiliano Zapata).	250,000.00		X		Estado y Municipios.
Construcción de Sitios de Disposición Final en sitios con pasivos ambientales.	Elaboración del Proyecto Ejecutivo para la Construcción y Operación del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.	500,000.00	X			Estado y Municipios.
	Construcción del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.	5,000,000.00	X	X		Estado y Municipios.
	Construcción del Relleno Sanitario de la Región Sur Oriente.	5,000,000.00	X	X		Estado y Municipios.
Operación de Sitios de Disposición Final.	Elaborar o adecuar el Manual de Operación de los Rellenos Sanitarios.	300,000.00	X	X		Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
	Elaborar el Reglamento Interno del Relleno Sanitario.	200,000.00	X	X		Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
	Aplicar el programa de monitoreo y potsclausura.	250,000.00	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
	Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sitio de disposición final.	250,000.00	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
Elaborar Proyectos MDL y Metano Mercados.	Construcción red de captación y quema de biogás en Milpillal Tetlama.	5,000,000.00	X	X	X	Estado y Municipio de Temixco.
	Estudio para la generación de energía mediante la quema de gas metano en el sitio de disposición final La Perseverancia en Cuautla.	500,000.00	X	X	X	Estado y Municipio de Cuautla.
	Elaboración de Estudios para el aprovechamiento de biogás de los sitios de disposición final que cuenten con las condiciones técnicas.	9,900,000.00	X	X	X	Estado y Municipios.

ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	INVERSIÓN ESTIMADA (PESOS)	PLAZO DE EJECUCIÓN			RESPONSABLE
			C	M	L	
PARTICIPACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL						
Programa de atención a la ciudadanía sobre el manejo integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Establecer líneas para quejas y sugerencias sobre los servicios del manejo integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Seguimiento de quejas y sugerencias a través de indicadores de desempeño.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Integración de grupos sociales en la planeación y seguimiento de acciones de la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
Realización de Talleres sobre la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
Realización de congresos estatales sobre el manejo integral de residuos e intercambio de experiencias exitosas en la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
Realización de cursos de capacitación sobre el manejo integral de residuos		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
Realización de foros para la emisión de opiniones de proyectos y servicios relacionados con los residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
Crear y actualizar una página web para difundir las acciones y programas propuestos y realizados por los Municipios, el Estado, Comunidades, Organizaciones Civiles, Redes, etc. Así como la difusión de prestadores de servicios relacionados con la gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios
Sistematizar y poner a disposición del público la información obtenida en el ejercicio de sus funciones vinculadas a la gestión de los residuos sólidos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios
Difusión en medios masivos de comunicación de los beneficios de realizar el manejo integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
Disfusión sobre los costos que representa el manejo inadecuado de los residuos vs manejo integral; así como la necesidad de pagar por los servicios recibidos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Difusión sobre la corresponsabilidad en el manejo integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas, medios masivos de comunicación.
Crear redes de representantes de manzana, para dar seguimiento y emitir opinión sobre los servicios recibidos y proyectos en ejecución.	Programa de concientización ambiental para los usuarios del sistema de manejo de RSU y RME.	500,000.00	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
	Elaborar indicadores de medición del impacto del programa de concientización ambiental.	250,000.00	X	X	X	Estado y Municipios.
Crear mecanismos para la participación responsable, activa y efectiva de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a la gestión y manejo integral de los residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
Convocarán a los grupos sociales organizados a participar en proyectos destinados a generar la información necesaria para sustentar programas de gestión integral de residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios.
Celebrarán convenios con medios de comunicación para la promoción de las acciones de prevención y gestión integral de los residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas, medios masivos de comunicación.
Promoverán el reconocimiento a los esfuerzos más destacados de la sociedad en materia de prevención y gestión integral de los residuos.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
Fomentarán y apoyarán la conformación, consolidación y operación de grupos intersectoriales interesados en participar en el diseño e instrumentación de políticas y programas correspondientes.		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
Fomentar el desarrollo de mercados para los materiales, residuos y productos reciclables y reciclados		Gasto corriente	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, prestadores de servicios, organismos operadores.
Fomentar el desarrollo y uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o aprovechamiento de los Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en forma ambientalmente eficiente y económicamente viable.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores
Capacitación para mejorar la eficiencia de recuperación y reciclaje de materiales valorizables.		Gasto corriente	X	X	X	Estado, Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
Establecer un programa de protección a la salud y seguridad de los pepenadores.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores.
Establecer convenios con instituciones para capacitación a pepenadores en desarrollo de habilidades y fuentes alternativas de trabajo.		Gasto corriente	X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores.

5.4 Fuentes de Financiamiento.

La solución a los problemas ambientales asociados al manejo de los residuos sólidos requiere un conjunto de acciones de distintos niveles y en diferentes ámbitos, al tiempo que llevar a la práctica un conjunto de medidas en este sector requiere de fuentes de financiamiento adicionales a las inversiones directas que tradicionalmente ha realizado la administración pública.

Los municipios del Estado, han enfrentado el tema de manera diferenciada, conforme a sus recursos, intereses y desarrollo socioeconómico y ambiental. Esto

significa que, en lo general, los municipios más ricos del país, han podido enfrentar los retos que presenta el control de los residuos, con mayor o menor éxito, con participación del sector privado o exclusivamente con atención gubernamental, con soluciones convencionales o innovadoras y tecnología de punta.

Sin embargo, el problema ambiental persiste en la mayor parte de los municipios del Estado, lo que hace indispensable la participación de todos los sectores de la sociedad para agilizar su solución. La dimensión del problema de los residuos – peligrosos, de manejo especial, y urbanos-, supera la dinámica pública y hace insuficiente la cantidad de recursos disponibles localmente para su solución.

Por lo tanto es necesario ampliar y diversificar, de manera integral y responsable, las fuentes de financiamiento que pueden contribuir a solucionar el tema de los residuos sólidos, al tiempo de replantear las alternativas de acción y organización financiera al interior de la estructura institucional y de las organizaciones relacionadas con el medio ambiente en el Estado de Morelos, incorporando coordinada y equitativamente la participación de entidades públicas y privadas, tanto nacional como extranjera.

En el Estado existen numerosas opciones de financiamiento a las que se puede recurrir con mayor o menor grado. A continuación se presentan los instrumentos disponibles, condiciones de operación y ámbitos de acción:

Programa Nacional de Infraestructura – FONADIN: Fondo Nacional de Infraestructura. De muy reciente creación y de mayores alcances que sus diversos antecesores, incluye una línea especial para medio ambiente dentro de la cual se precisan las alternativas de financiamiento para proyectos de protección ambiental: gestión integral de los residuos; es necesaria mayor precisión en sus nichos de mercado.

Programa de residuos sólidos (PRORESOL). Este programa que opera a través de FONADIN, que administra BANOBRAS. Incluye aportaciones a fondo perdido, para formulación de estudios y proyectos técnicos y de factibilidad. Sus reglas de operación están siendo revisadas.

Programa Hábitat – Subprograma de mejoramiento del entorno urbano, línea de residuos sólidos, SEDESOL. En operación desde hace cinco años, su interés se concentra aún en temas de recolección y disposición. Es necesaria mayor precisión de su ámbito de acción y mayor sujeción a normatividad ambiental.

Recursos fiscales de la Administración Pública. Varios municipios del país han solucionado el tema de los residuos sólidos con recursos propios del gobierno municipal y de origen fiscal, o a través de aportaciones de otras instituciones locales, o de su propia gestión de financiamiento, cuando lo han necesitado. En Aguascalientes y Nuevo León los recursos para la construcción y operación de la infraestructura incluyeron aportaciones estatales y la conformación de un organismo operador.

Recursos privados (co-administración o concesión). Algunos municipios han optado por la concesión de uno o varios eslabones de la cadena de la gestión integral de los residuos a una empresa privada. En este modelo el municipio no desembolsa sus propios recursos pues el empresario se encargará de invertir en el equipo o la infraestructura, a cambio de cobros por volumen de residuos sólidos depositados en su relleno sanitario.

Proyectos del mecanismo de desarrollo limpio (MDL o CDM, por sus siglas en inglés). Esquema vigente desde 2004, una vez constituida la oficina para proyectos de desarrollo limpio en la SEMARNAT. De trámite largo, este mecanismo asegura el pago por la venta de bonos de carbono a la instancia que reduce la emisión de gases de efecto invernadero. Identifica un proyecto limpio a partir de su contribución a la reducción global de emisiones. A diciembre 2007 las solicitudes de cuatro rellenos sanitarios han sido aprobadas por el comité nacional, y uno de ellos ya ha vendido bonos de carbono.

Proyectos de mercado de metano (M2M o metano a mercados). De reciente creación, este mecanismo fue diseñado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. A diferencia del MDL, tiene un procedimiento más sencillo para la venta de bonos de carbono.

El cobro formal del servicio a los usuarios del servicio de limpia (tarifa). A pesar de ser el método financiero más apropiado para darle viabilidad al servicio de aseo urbano, es el método menos utilizado en el país. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en su artículo 10, fracción X, establece que los municipios podrán cobrar por el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

Organismos multilaterales: Bancos de Desarrollo. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento – BIRF (Banco Mundial) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Estos organismos ofrecen opciones financieras que representan oportunidades para algunos municipios, dependiendo del nicho de mercado del que formen parte.

10 Organismos No Gubernamentales (ONG's) e Instituciones Microfinancieras: Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES) y el Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (PRONAFIM), Fundación Integral Comunitaria, A. C. (FINCA), SANTA FE DE CUERNAVACA, A.C., FUNDACIÓN REALIDAD, A.C.

NOTA: Este capítulo es una adaptación del que se puede observar en el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos de la SEMARNAT.

Prioridades, Objetivos y Estrategias Vinculación funcional del Programa de Desarrollo con el Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012		
Dependencia o Entidad:	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente	
Función:	La coordinación entre los Municipios y el Estado, y entre éste y la Federación para la realización de las acciones relacionadas con la explotación, uso y aprovechamiento del agua: preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y ambientales.	
Subfunción(es):	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercer las atribuciones que la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente confiere al Ejecutivo Estatal y a sus dependencias. • Formular y conducir la política ecológica y de protección al ambiente del Estado de Morelos; • Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica del Estado, en el aprovechamiento racional de los elementos naturales, en el ordenamiento ecológico estatal, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección de las áreas naturales de jurisdicción estatal y en la prevención y control de la contaminación del aire y el agua, con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Estatal; • Formular y desarrollar programas y realizar las acciones que le competen, a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, coordinándose, en su caso, con las demás dependencias del Ejecutivo Estatal, según sus respectivas esferas de competencia, o con los Municipios de la entidad. 	
Gabinete:	Desarrollo Económico Sustentable	
Estimación de recursos para la ejecución del programa (Miles de pesos):	78,070	
Plan Estatal de Desarrollo	Programa de Desarrollo	
Prioridad(es)	Prioridad(es)	
Un desarrollo económico sustentable considerando acciones que generen un entorno ecológico limpio.	La prevención y gestión integral de residuos sólidos, con la finalidad de ofrecer a los morelenses y sus visitantes un ambiente sano, una mejor calidad de vida, un eficiente uso de los recursos y la preservación de los recursos naturales.	
Objetivo(s)	Objetivo(s)	Meta(s)
Proteger y promover el aprovechamiento racional y sustentable del patrimonio ambiental y cultural, para garantizar el bienestar de las futuras generaciones.	Prevenir y minimizar la generación de residuos mediante la promoción de instrumentos jurídicos y económicos que respondan a las necesidades, prioridades y circunstancias del Estado.	5-7 a 5-21 de este capítulo.
	Lograr la participación activa de todos los sectores de la sociedad en la reducción de la generación, la separación en la fuente y el manejo integral de los residuos.	
	Promover la educación ambiental y capacitación para el desarrollo sustentable de manera permanente a personas y grupos u organizaciones de todos los sectores de la sociedad, con el objeto de contribuir al cambio de hábitos negativos para el ambiente.	
	Contar con un diagnóstico integral de cada municipio en materia de residuos.	
	Gestionar la elaboración e implementación de los planes de regularización de los sitios de disposición final establecidos en la normatividad federal.	

Objetivo(s)	Objetivo(s)	Meta(s)
	Expedir y en su caso actualizar los ordenamientos jurídicos y normas técnicas ambientales que permitan dar cumplimiento a la política ambiental.	
	Promover la elaboración de Programas Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	
	Promover la creación de infraestructura local y regional para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	
	Establecer el registro de planes de manejo y de programas para la instalación de sistemas destinados al manejo integral de los residuos.	
	Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo de los residuos.	
	Promover la participación de los sectores privado y social en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos de manejo especial y llevar a cabo su gestión integral.	
	Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos, su valorización, soluciones regionales y su gestión integral, así como prevenir la contaminación de sitios por residuos y, en su caso, promover su remediación.	
	Suscribir convenios y acuerdos con la federación, los gobiernos municipales, las instituciones nacionales e internacionales de educación superior, inversionistas y otros institutos, dirigidos a fomentar y promover actividades de investigación, y con las cámaras industriales, comerciales y de otras actividades productivas, grupos y organizaciones privadas y sociales, para llevar a cabo acciones tendientes a cumplir con los objetivos del Programa.	
	Contar con la infraestructura ambiental suficiente para la recolección, el reuso, reciclaje o tratamiento que permita el máximo aprovechamiento de los subproductos contenidos en los residuos y la disposición final ambientalmente adecuada de los residuos que no puedan ser aprovechados.	
	Contar con un sistema de información estatal sobre la prevención y gestión integral de los residuos.	
Estrategia(s)	Estrategia(s)	
Adecuar y asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental.	5.1 a 5.6 del presente Capítulo.	
Ampliar y mejorar la infraestructura para la preservación y recuperación del medio ambiente.		

MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

CAPÍTULO 6

1. Introducción

Actualmente, la administración de los organismos de aseo urbano enfrenta el reto de asignar eficientemente los recursos financieros y diseñar planes y programas tendientes a mejorar el servicio, ampliar su cobertura y reducir costos de operación.

Para lograr lo anterior, dentro de sus estrategias administrativas y operativas, los directivos tienen la responsabilidad de fijar metas y objetivos claros, con el fin de poder establecer indicadores que califiquen la actuación del personal, la funcionalidad de los bienes materiales y la atingencia en la asignación de los recursos financieros en cada proceso y etapa del sistema.

Así, para directivos, gerentes y encargados de los organismos de limpia, los indicadores han de fungir como dispositivo de apoyo en la toma de decisiones.

Derivado de la evaluación de cada ente o recurso con respecto a su indicador de desempeño, se emprenden las acciones necesarias para corregir las desviaciones en los procesos cuando éstos difieran de los planes. El sistema de control involucra cuatro etapas.

A. Determinación de los indicadores

Si en los diferentes procesos que integran el servicio de limpia no se cuenta con objetivos bien establecidos, la determinación de un sistema de control no es asunto sencillo. El indicador es un parámetro con el cual se debe comparar el desempeño de personas, maquinaria y equipo para lograr las metas.

B. Instauración de los indicadores

El proceso para establecer los indicadores consta de tres etapas:

a. Desarrollo de sistemas informáticos sencillos. Hoy en día, es importante mencionar que el uso de computadoras facilita la labor de control, puesto que es un satisfactor que de manera rápida permite acceso y actualización de la información.

b. Diseño de hojas de registro para evaluación de resultados. Ya sea que se realice de manera manual o computacional, el registro de los resultados permite obtener evidencia de la evolución del desempeño.

c. Capacitación y sensibilización de los empleados acerca del sistema de control que se pretende implantar; esto es fundamental, ya que es un proceso durante el cual al personal se le enseña qué debe hacer y según cuáles normas e indicadores se califica su desempeño.

C. Comparación del desempeño con respecto a los indicadores

Para calificar el desempeño y determinar correctamente cualquier indicador existen criterios diversos:

1°. Grado de variación permisible para tomar una decisión correctiva, pues el funcionamiento normal implica que algunos datos se agrupen en un valor promedio y que otro grupo de valores oscile entre los esperados o que los exceda.

2°. Certidumbre de que el sistema de información sea suficientemente confiable para actualizar y procesar dicha información.

3°. Monitoreo del indicador por evaluar, para determinar si es adecuado o requiere sustitución o modificación.

4°. Consideración de los problemas que ha tenido que superar el personal.

Es importante adoptar una conciencia objetiva para discernir si dichos problemas son inherentes a los empleados o si los ocasionan fallas del propio sistema. Los encargados de supervisar cada proceso deben ser quienes utilicen la información para determinar el valor del desempeño y compararlo con el indicador respectivo.

D. Corrección de las desviaciones

Para corregir adecuadamente las desviaciones del indicador por evaluar se debe proceder así:

1°. Identificación de la problemática que enfrenta el recurso en evaluación, con el fin de emprender acciones que paulatinamente permitan lograr los indicadores deseados.

2°. Diseño e implantación de las acciones específicas necesarias para corregir la problemática del proceso.

3°. Elaboración de un cronograma (diagrama de barras) en el que se anoten las metas que se pretende lograr para corregir la desviación y determinar al departamento y a las personas responsables de su seguimiento.

4°. Control de resultados, mediante un sistema de supervisión y vigilancia de las acciones aprobadas para la corrección de las desviaciones.

2. Indicadores de Desempeño

El servicio de aseo urbano se puede evaluar mediante una serie de cifras de indicadores, conocidos como estándares o parámetros, que al compararlos con los valores promedio que recomienda la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), de la Organización Mundial de la Salud (OMS), permiten calificar el desempeño de maquinaria, equipo y personal en cuanto a calidad, eficiencia, cobertura, costo y actitud de los empleados.

3. Clasificación de los indicadores

- Generales
- De cobertura
- De eficiencia
- De calidad
- De costo
- De actitud de empleados

4. Indicadores Generales

Los indicadores generales son cifras obtenidas de estudios específicos acerca de los hábitos de consumo, niveles socioeconómicos y actividades de la localidad; por lo tanto no se deben modificar, pues se consideran característicos de cada municipio, y constituyen la base para el cálculo de los demás indicadores. Estos son: producción, peso volumétrico y composición de los residuos.

- Generación de Residuos Sólidos Per Cápita

Este rubro es un parámetro que se obtiene con base en el promedio de generación de los residuos sólidos por habitante, expresado en kg/hab/día, de cada uno de los estratos socioeconómicos y por la fuente generadora. La cifra correspondiente sirve para determinar la maquinaria, el equipo y el personal necesarios para satisfacer la demanda de recolección, barrido, transferencia, tratamiento y disposición final de tales desechos. Para calcular la producción de residuos se aplica la fórmula siguiente:

$$Pr = (Gr) \cdot (Th)$$

Pr: producción de residuos sólidos, expresado en kg/hab/día

Gr: generación de residuos por persona por día, expresada en kg/día

Th: total de habitantes

- **Peso Volumétrico**

Es el peso de los residuos generados –excepto los de la fuente industrial-, contenido en una unidad de volumen. Este factor determina la capacidad del recipiente para almacenamiento provisional de estos desechos, también se emplea para calcular los servicios y vehículos necesarios para la recolección en determinado sector y en toda la localidad. Actualmente su peso volumétrico sin compactar oscila entre 125 y 250 kg/m³. La fórmula aplicable es:

$$Pv = Pr/Uv$$

Pv: peso volumétrico de los residuos, expresado en kg/m³

Pr: peso de los residuos, expresado en kg

Uv: unidad de volumen, expresada en m³

El peso volumétrico se obtiene mediante un estudio de caracterización in situ de los residuos sólidos de la localidad.

- **Composición de los Residuos**

Como en el caso anterior, se excluye la fuente industrial. Es la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos. Este indicador tipifica el servicio por prestar: sistema, métodos, turnos y horarios. Su composición se puede evaluar por medio de un estudio de caracterización denominado selección y cuantificación de subproductos..

5. Indicadores de Cobertura

Estos Indicadores precisan el porcentaje de sectores y zonas que cuentan con los servicios de recolección, barrido, transferencia y disposición final.

- **Cobertura de Recolección**

La recolección se determina según las prioridades de atención por zonas y sectores. Se expresa en porcentaje; es el cociente del total de toneladas de residuos sólidos recolectados entre el total de toneladas generadas al día, también se puede cuantificar por sectores de la ciudad en relación con la densidad de población. Sus fórmulas son:

a) Cobertura de recolección en relación con los residuos generados

$$Cr = (Ttr/Ttg) \cdot 100\%$$

Cr: cobertura de recolección expresada en porcentaje

Ttr: total de toneladas (t) recolectadas

Ttg: total de toneladas (t) generadas

b) Cobertura de recolección en relación con la cantidad de habitantes atendidos

$$Cr = (Ha/Th) \cdot 100\%$$

Cr: cobertura de recolección (%)

Ha: habitantes atendidos

Th: total de habitantes

- **Cobertura de Barrido de Calles**

El servicio de barrido manual y mecánico, lo condicionan el tipo de zona por atender y la decisión de las autoridades en cuanto al tipo de servicio y el porcentaje de cobertura. Este indicador se calcula en porcentaje; es el cociente de la longitud de vías (avenidas y calles) pavimentadas atendidas con barrido y aseo

urbanos entre la longitud total de vías pavimentadas de la localidad. Se calcula así:

a) Cobertura de barrido manual

$$Cbman = (L_{tpb}/L_{tp}) \cdot 100\%$$

Cbman: cobertura de barrido manual (%)

L_{tpb}: longitud de vías pavimentadas barridas, expresadas en km

L_{tp}: longitud total de vías pavimentadas (km)

b) Cobertura de barrido mecánico

$$Cbmec = (L_{tpb}/L_{tp}) \cdot 100\%$$

Cbmec: cobertura de barrido mecánico (%)

L_{tpb}: longitud de vías pavimentadas barridas, expresadas en km

L_{tp}: longitud total de vías pavimentadas (km)

- Cobertura del Servicio de Transferencia

Esta actividad se expresa en porcentaje; es la relación de toneladas transferidas entre las recolectadas. Por ello, este indicador determina si se satisfacen las necesidades de transporte de los residuos al sitio de disposición final; indirectamente también sirve para indicar si la recolección se realiza según la demanda. Fórmulas:

a) Cobertura de la transferencia en relación con la recolección

$$Ct = (T_{tt}/T_{tr}) \cdot 100\%$$

Ct: cobertura de la transferencia en relación con la recolección (%)

T_{tt}: total de toneladas de residuos transferidos (t)

T_{tr}: total de toneladas de residuos recolectados (t)

b) Cobertura de la transferencia en relación con la generación de residuos

$$Ct = (T_{tt}/T_{tg}) \cdot 100\%$$

Ct: cobertura de la transferencia en relación con la generación de residuos (%)

T_{tt}: total de toneladas de residuos transferidos (t)

T_{tr}: total de toneladas de residuos generados (t)

- Cobertura de Disposición Sanitaria

Este indicador determina la cantidad de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios en comparación con la cantidad total recolectada. Además proporciona información indirecta de la cobertura de los servicios de recolección y transferencia de estos residuos, pues indica que la cantidad que no llega al sitio de disposición final no se está recolectando ni transfiriendo. Se calcula de la manera siguiente:

a) Cobertura de la disposición final en relación con la recolección

$$Cdf = (T_{td}/T_{tr}) \cdot 100\%$$

Cdf: cobertura de disposición final (%)

T_{td}: total de toneladas dispuestas en el sitio (t)

T_{tr}: total de toneladas recolectadas (t)

b) Cobertura de la disposición final en relación con la generación

$$Cdf = (T_{td}/T_{tg}) \cdot 100\%$$

Cdf: cobertura de disposición final (%)

T_{td}: total de toneladas dispuestas en el sitio (%)

T_{tg}: total de toneladas generadas (%)

6. Indicadores de Eficiencia

La eficiencia del servicio de limpia y aseo urbanos es la satisfacción de las necesidades colectivas de la recolección, barrido, tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos, mediante una serie de actividades suministradas de manera conjunta, integral, continua y regular, según la demanda. Estos parámetros determinan los niveles de productividad del servicio. Para su cálculo se deben identificar y cuantificar una serie de elementos, que se desglosan a continuación.

- Eficiencia de los Empleados Respecto a la Población Atendida

Este indicador cuantifica los empleados necesarios y permite calcular todo el servicio o por procesos. La cantidad de trabajadores por servicio depende de varios factores, entre otros: a) generación de residuos por habitante; b) densidad de población por predio; c) sistema y métodos; d) frecuencia y horarios de servicio; e) grado de dificultad de las rutas; f) estado del pavimento de las vías, y g) nivel de educación y cooperación de la comunidad. Sus fórmulas son:

a) Eficiencia del servicio de recolección

$$Esr = (Ter/Ha) \cdot 100\%$$

Esr: eficiencia del servicio de recolección (%)

Ter: total de empleados en recolección(%)

Ha: habitantes atendidos

b) Eficiencia del servicio de barrido

$$Eeb = (Etb/Ha) \cdot 100\%$$

Eeb: eficiencia del servicio de barrido (%)

Etb: total de empleados en este servicio

Ha: habitantes atendidos

c) Eficiencia del servicio de transferencia

$$Est = (Tet/Ha) \cdot 100\%$$

Est: eficiencia del servicio de transferencia (%)

Tet: total de empleados en este servicio

Ha: habitantes atendidos

d) Eficiencia del servicio de disposición final

$$Esdf = (Tedf/Ha) \cdot 100\%$$

Esdf: eficiencia del servicio de disposición final (%)

Tedf: total de empleados en este servicio

Ha: habitantes atendidos

- Eficiencia del Personal

a) Eficiencia del personal de recolección

La OMS ha estimado que en América Latina un trabajador recolecta entre 2 y 5 toneladas por jornada laboral. Este indicador depende de: a) método de recolección; b) equipo con que se cuente; c) grado de dificultad de las rutas; d) clima, y e) nivel de participación comunitaria. Para calcularlo se aplica la fórmula siguiente:

$$Epr = (trv/tev)$$

Epr: Eficiencia del personal de recolección, expresada en t/empleado

Trv: total de toneladas recolectadas por vehículo (t)

Tev: Total de empleados por vehículo

b) Eficiencia del personal en el barrido de calles

La cifra relativa a este concepto permite determinar si la longitud barrida manualmente por jornada corresponde a la de los indicadores recomendados por la OPS. Es importante mencionar que este parámetro está supeditado al dimensionamiento adecuado del servicio: frecuencia, turnos y horarios, grados de dificultad de las rutas, estado del pavimento, tráfico y vialidad, clima y participación comunitaria. La OMS ha estimado para América Latina un promedio de 2 a 4 kilómetros lineales de cuneta o 2 000 m² de área. Se calcula así:

$$E_{pbm} = (L_{bj}/T_e)$$

E_{pbm} : eficiencia del personal en barrido manual, expresado en km/empleado

L_{bj} : longitud barrida por jornada

T_e : total de empleados por jornada

- Eficiencia en el Uso de Maquinaria y Equipo

- a) Eficiencia en el uso del equipo de recolección

El parámetro correspondiente determina si los residuos recolectados por la flotilla vehicular corresponden a lo esperado según la capacidad del equipo. La eficiencia se puede estimar por la flotilla y por vehículo. Se calcula de la manera siguiente:

- a.1) Eficiencia del uso de equipo (flotilla)

$$E_{ufr} = (T_{tr}/S_{tcf}) \cdot 100\%$$

E_{ufr} : eficiencia del uso de equipo (flotilla) (%)

T_{tr} : total de toneladas de residuos recolectados por la flotilla (t)

S_{tcf} : suma total de capacidad de la flotilla (t)

- a.2) Eficiencia del uso de equipo (unidad)

$$E_{uur} = (T_{tr}/C_v) \cdot 100\%$$

E_{uur} : eficiencia del uso de equipo (unidad) (%)

T_{tr} : total de toneladas de residuos recolectados por unidad (t)

C_v : capacidad del vehículo de recolección (t)

- b) Eficiencia del uso de maquinaria y equipo de barrido y aseo urbanos

Este indicador determina si el dimensionamiento en cuanto a la selección del método, frecuencia, turnos y horarios ha sido adecuado. Además indica si la operación se está realizando apropiadamente. El cálculo del parámetro se obtiene de la relación de la longitud barrida por jornada entre la que el equipo es capaz de atender. Su fórmula es:

$$E_{uub} = (L_{bj}/L_{cj}) \cdot 100\%$$

E_{uub} : eficiencia de uso de maquinaria y equipo de barrido

L_{bj} : longitud barrida por jornada (km)

L_{cj} : longitud que una barredora es capaz de cubrir por jornada (km)

- c) Eficiencia en el uso de maquinaria y equipo de transferencia

Este indicador determina si los residuos sólidos transportados al sitio de disposición final corresponden a las toneladas que se deben transferir en concordancia con la capacidad del equipo. Se puede estimar en conjunto y por cada vehículo de transferencia.

- c.1) Eficiencia del uso de equipo (flotilla)

$$E_{uft} = (T_{tt}/S_{tcf}) \cdot 100\%$$

E_{uft} : eficiencia del uso de equipo (flotilla) (%)

T_{tt} : total de toneladas de residuos transferidos por la flotilla (t)

S_{tcf} : suma total de capacidad los vehículos de recolección (t)

- c.2) Eficiencia del uso de equipo (unidad)

$$Euut = (Trr/Cv) \cdot 100\%$$

Euut: eficiencia del uso de equipo (unidad) (%)

Trr: toneladas de residuos recolectados por unidad (t)

Cv: capacidad del vehículo de recolección (t)

d) Eficiencia del uso de maquinaria y equipo para disposición final

Este indicador determina si el dimensionamiento de maquinaria y equipo, métodos de operación, frecuencia, turnos y horarios son los adecuados para la disposición final. El parámetro indica si las toneladas de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario corresponden a las que se deben depositar según la capacidad de la maquinaria y del equipo. Se obtiene así:

$$Eudf = (Ttdj/Ctme) \cdot 100\%$$

Eudf: eficiencia en el uso de maquinaria y equipo (%)

Ttdj: total de toneladas depositadas por jornada (t)

Ctme: capacidad total para disponer por jornada de maquinaria y equipo

- Eficiencia en Mantenimiento a Maquinaria y Equipo

a) Eficiencia en mantenimiento al equipo de recolección

Debe existir un programa de mantenimiento, preventivo y correctivo. El parámetro respectivo determina el nivel que se está aplicando. Indica si el dimensionamiento del servicio de recolección es adecuado; por ejemplo, para que, según el programa, en el caso de que a una unidad recolectora se le someta a mantenimiento, exista otra reserva. Se calcula de la siguiente manera:

a.1) Eficiencia de mantenimiento al equipo

$$Emer = [(Eor)/(Eor + Err + Emr)] \cdot 100\%$$

Emer: eficiencia de mantenimiento al equipo (%)

Eor: cantidad de equipo (vehículos) en operación

Err: cantidad de equipo de reserva

Emr: cantidad de equipo en mantenimiento

a.2) Eficiencia de mantenimiento según costo

$$Emcr = [Cmp/(Cmp + Cmc)] \cdot 100\%$$

Emcr: eficiencia de mantenimiento a equipo según el costo (%)

Cmp: costo del mantenimiento preventivo

Cmc: costo del mantenimiento correctivo

b) Eficiencia del mantenimiento a equipo de barrido y aseo urbanos

El parámetro correspondiente a esta actividad determina el nivel de mantenimiento preventivo y correctivo, indica si el dimensionamiento del servicio de barrido y aseo urbanos es adecuado; por ejemplo, para que, en el caso de que a una unidad se le someta a mantenimiento –acorde con el programa preestablecido–, exista otra reserva. Se calcula así:

b.1) Eficiencia del mantenimiento de los equipos

$$Emeb = [(Eob)/(Eob + Erb + Emb)] \cdot 100\%$$

Emeb: eficiencia de mantenimiento al equipo (%)

Eob: cantidad de equipo (vehículos) en operación

Erb: cantidad de equipo (vehículos) de reserva

Emb: cantidad de equipo (vehículos) en mantenimiento

b.2) Eficiencia del mantenimiento según el costo

$$Emcb = [Cmp/(Cmp + Cmc)] \cdot 100\%$$

Emcb: eficiencia de mantenimiento al equipo, considerando el costo (%)

Cmp: costo del mantenimiento preventivo

Cmc: costo del mantenimiento correctivo

c) Eficiencia del mantenimiento a maquinaria y a equipo de transferencia

El parámetro concerniente determina el nivel de mantenimiento preventivo. Indica si el dimensionamiento del servicio de transferencia es adecuado para que, en el caso de que a una unidad se le someta a mantenimiento, conforme al programa implantado, exista otra unidad de reserva. Sus fórmulas son:

c.1) Eficiencia del mantenimiento al equipo

$$\text{Emet} = [(Eot)/(Eot + Ert + Emt)] \cdot 100\%$$

Emet: eficiencia del mantenimiento al equipo (%)

Eot: cantidad de equipo (vehículos) en operación

Ert: cantidad de equipo (vehículos) de reserva

Emt: cantidad de equipo (vehículos) en mantenimiento

c.2) Eficiencia del mantenimiento según costo

$$\text{Emct} = (\text{Cmp}/\text{Cmp} + \text{Cmc}) \cdot 100\%$$

Emct: eficiencia del mantenimiento a equipo, considerando el costo (%)

Cmp: costo del mantenimiento preventivo

Cmc: costo del mantenimiento correctivo

d) Eficiencia del mantenimiento a maquinaria y a equipo para la disposición final

Su parámetro determina el nivel de mantenimiento preventivo y correctivo a maquinaria y equipo. Indica si existe un programa de operación que, sin efectuar la operación del sitio de disposición final, prevea cuando menos un día de la semana para este requisito. Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Emdf} = [\text{Toe}/(\text{Toe} + \text{Tme})] \cdot 100\%$$

Emer: eficiencia del mantenimiento a maquinaria y equipo (%)

Toe: tiempo en operación del equipo, expresado en horas

Tme: tiempo en mantenimiento del equipo (h)

7. Indicadores de Calidad

Este rubro determina si los servicios de barrido, recolección, transferencia y disposición final se están proporcionando según la modalidad, la frecuencia, los turnos, horarios y métodos adecuados a la demanda, por zonas y sectores. Así mismo, permite saber la actitud de los prestadores de servicio con la comunidad a la que sirven.

• Frecuencia de quejas

Este indicador se cuantifica con el total mensual, trimestral y anual de reclamaciones en relación con el total de usuarios.

a) Frecuencia de quejas con respecto al servicio de recolección

$$\text{Fqr} = (\text{Q}/\text{U}) \cdot 100\%$$

Fqr: frecuencia de quejas con respecto al servicio de recolección (%)

Q: cantidad de quejas

U: cantidad total de usuarios del servicio

b) Frecuencia de quejas con respecto al servicio de barrido

$$\text{Fqb} = (\text{Q}/\text{U}) \cdot 100\%$$

Fqb: frecuencia de quejas con respecto al servicio de barrido (%)

Q: cantidad de quejas

U: cantidad total de usuarios del servicio

c) Frecuencia de quejas con respecto al servicio de transferencia

$$Fqt = (Q/U) \cdot 100\%$$

Fqt: frecuencia de quejas con respecto al servicio de transferencia (%)

Q: cantidad de quejas

U: cantidad total de usuarios del servicio

d) Frecuencia de quejas con respecto al servicio de disposición final

$$Fqdf = (Q/U) \cdot 100\%$$

Fqdf: frecuencia de quejas referentes al servicio de disposición final (%)

Q: cantidad de quejas

U: cantidad total de usuarios

8. Indicadores de Costo

Sus parámetros proporcionan el costo del servicio de limpia urbano en su conjunto y por procesos. Además, indirectamente determina las condiciones logísticas (instalaciones, maquinaria, equipo, vías y vialidad), el grado de tecnología, el empleo de mano de obra y el nivel de mantenimiento a instalaciones, maquinaria y equipo. Para la recolección es el costo del personal empleado entre las toneladas recolectadas de residuos sólidos; para el barrido manual y mecánico es el costo del personal empleado entre la longitud barrida; para el proceso de transferencia es el costo del personal empleado entre las toneladas de residuos transferidos, y para la disposición final es el costo del personal empleado entre las toneladas depositadas.

- Costo de Recolección

El parámetro correspondiente se estima mediante los costos de recolección entre las toneladas recogidas. Para América Latina, la estimación de la OMS varía de 15 a 25 dólares (dol) por tonelada, en tanto que para países desarrollados es de 50 a 125 dol/t. Se calcula de la manera siguiente:

$$Cr = Crd/Trd$$

Cr: costo por tonelada recolectada (\$/t)

Crd: costo de recolección por día (\$)

Trd: toneladas recolectadas por día

- Costo del Barrido

Su parámetro se estima considerando el costo de barrido manual y mecánico entre la longitud barrida por jornada. Para América Latina en barrido manual la OMS ha estimado un costo de 0.5 a 1.5 dólares/km, y en barrido mecánico de 0.3 a 1.0 dol/km. Se calcula así:

a) Costo del barrido manual

$$Cbman = Cbmanj/Lbmanj$$

Cbman: Costo del barrido manual (\$/km)

Cbmanj: Costo del barrido manual por jornada (\$)

Lbmanj: longitud barrida por jornada (km)

b) Costo del barrido mecánico

$$Cbmec = Cbmecj/Lbmecj$$

Cbmec: Costo del barrido mecánico (\$/km)

Cbmecj: Costo del servicio de barrido mecánico por jornada (\$)

Lbmecj: longitud barrida por jornada (km)

- Costo de la Transferencia

Este indicador se estima por medio del costo de transporte de los residuos al sitio de disposición final dividido entre las toneladas transferidas. Según la OMS, en países en desarrollo puede variar de 5 a 17 dólares por tonelada, conforme a la distancia del acarreo, en tanto que para países como Estados Unidos de América es de 15 a 25 dol/t. Su fórmula es:

$$Ct = Ctd/Ttd$$

Ct: costo de la transferencia (\$/t)

Ctd: costo de la transferencia por día (\$)

Ttd: toneladas depositadas por día

- Costo de la Disposición Final

Este indicador se estima dividiendo el costo de la disposición final entre las toneladas depositadas de residuos sólidos. Puede variar según la cantidad de la infraestructura para disponer los residuos, la operación, la topografía y las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del sitio seleccionado. Según la OMS, se estima entre 3 y 10 dólares por tonelada para países en desarrollo, y de hasta 30 dólares para países como Estados Unidos de América.

$$Cdf = Cdfd/Tdfd$$

Cdf: costo de la disposición final (\$/t)

Cdfd: costo de la disposición final por día (\$)

Tdfd: toneladas depositadas por día

- Costo unitario del servicio integral: recolección, barrido, transferencia y disposición final por habitante usuario

El parámetro sirve para percatarse del costo total del servicio por habitante; es la suma de los costos anteriores dividida entre la totalidad de habitantes. Se expresa de la siguiente manera:

$$Ctsi = (Cr + Cbman + Cbmec + Ct + Cdf)/Th$$

Ctsi: costo total del servicio integral, expresado en \$/hab

Cr: costo de la recolección

Cbman: costo del barrido manual

Cbmec: costo del barrido mecánico

Ct: costo de la transferencia

Cdf: costo de la disposición final

Th: total de habitantes usuarios

- Costo del Mantenimiento Preventivo y Correctivo / Costo Total del Servicio de Aseo

Este indicador sirve para estimar si lo que se gasta en mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, equipo e instalaciones no rebasa los parámetros normales; así se puede decidir la conveniencia de reemplazar equipo y/o adquirir nuevo. Cálculo:

$$Cmsi = (Cmpsi + Cmcsi/Ctsi) \cdot 100\%$$

Cmsi: costo del mantenimiento del servicio integral (\$)

Cmpsi: costo del mantenimiento preventivo de todos los servicios (\$)

Cmcsi: costo del mantenimiento correctivo del servicio integral (\$)

Ctsi: costo total del servicio integral

- Indicadores de actitud de empleados

Sus parámetros advierten de los niveles de organización administrativa y de capacitación del personal, condiciones laborales, salarios en relación con el mercado de trabajo, trato, eficiencia y calidad de servicio, operación y control del personal de los mandos medios y superiores.

9. Rotatividad del Personal

Este indicador se cuantifica mediante el cociente del total de empleados egresados por mes y por año entre el total de empleados de base. Se calculan para cada servicio, de la manera siguiente:

$$R_p = (E_{em}/E_t) \cdot 100\%$$

R_p: rotatividad del personal por servicio (%)

E_{em}: cantidad de empleados egresados por servicio por mes

E_t: total de empleados

10. Aplicación de los Indicadores

A. Implantación de los Indicadores

Los indicadores de desempeño son el punto de partida para el mejoramiento del servicio público de limpia y aseo urbanos; se establecen según la calidad del servicio que se pretende prestar y las características de la localidad.

Las autoridades municipales son responsables de la instauración de los indicadores de desempeño; se aplican a los niveles operativos, donde su utilidad como referencia se refleja en mejoramiento constante del servicio.

Mediante la implantación de los indicadores de desempeño se realizan la evaluación y el control permanentes de la eficiencia y de la calidad del servicio; además, cada evaluación permite adoptar mejores decisiones para lograr continuidad y mejoramiento del servicio integral de limpia y aseo urbanos.

B. Aplicación de los Indicadores

Para ejecutar adecuadamente las actividades de dirección, planeación, operación, administración y finanzas, como cualquier servicio público, el de limpia y aseo urbanos debe contar con un sistema organizacional integral. Según la magnitud del organismo operador, los administran uno o varios departamentos.

B.1 Selección de los Indicadores

En cada localidad se pueden seleccionar algunos o todos los indicadores, condicionado por los factores siguientes: a) dimensiones de la localidad; b) calidad y eficiencia del servicio actual; c) capacidad administrativa, financiera y logística del servicio; d) características de la comunidad, y e) parámetros internos y externos que directamente incidan sobre el sistema en los niveles de calidad y eficiencia esperados, por etapas.

Para determinar cuáles indicadores se han de seleccionar, se consideran su utilidad, su aplicación en la toma de decisiones, así como la viabilidad de la recopilación de información.

B.2. Procesamiento de los Indicadores

El procedimiento para decidir cómo y cuándo implantar los indicadores de desempeño del sistema integral del servicio es:

- Elaboración e instauración del método detallado de recopilación y procesamiento de información básica.
- Determinación del departamento y designación de las personas responsables del proceso de recopilación, análisis y tratamiento de la información base, para calcular los indicadores del sistema integral, por etapas del servicio.

- Resolución de la frecuencia y del período de recopilación de la información, para estimar los indicadores (diario, semanal, mensual, trimestral y anual).
- Decisión acerca del procedimiento detallado de aplicación de los indicadores en el mejoramiento integral del servicio.
- Elaboración de resúmenes ejecutivos de resultados, con el fin de mantener evidencia escrita e informar a la dirección lo relativo al desempeño.
- Revisión y actualización periódicas del procedimiento, con el objetivo de que la obtención de la información sea oportuna y confiable.

11. Factores Externos e Internos que Afectan la Aplicación de los Indicadores

• Afectación por Factores Externos e Internos

Como consecuencia de factores externos e internos, la aplicación de los indicadores puede afectar –positiva o negativamente- a las localidades. Por ello, con el fin de lograr que su aplicación sea adecuada, previamente a su uso se les debe identificar, cuantificar y analizar.

Según esta perspectiva, para incorporarlos en el cálculo de los indicadores resulta fundamental conocer los efectos de tales factores.

- Factores Externos
 - Clima
 - Temperatura: mínima, media y máxima
 - Precipitación pluvial
 - Topografía
 - Urbanización
 - Características de las vías (avenidas y calles)
 - Pendiente
 - Pavimento (condiciones)
 - Anchura promedio
 - Altura promedio del cableado de los demás servicios públicos
 - Elementos adicionales en las calles (postes, árboles, puestos comerciales)
 - Tránsito vehicular
 - Vialidad
 - Horas pico del tráfico
 - Problemas de estacionamiento en horas laborables
 - Distancia del centroide de la localidad al sitio de disposición final
 - Tiempo estimado y distancia recorrida por vehículo al sitio de disposición final
 - Ubicación del encierro-taller y de centros auxiliares
 - Capacidad instalada de obras civiles, maquinaria y equipo para prestar el servicio integral de limpia y aseo urbanos
 - Condiciones actuales de operación de maquinaria y equipo
 - Condiciones actuales de operación de las instalaciones
 - Disposición final actual de los residuos sólidos municipales (en tiradero a cielo abierto o en relleno sanitario)
 - Días festivos cívicos y tradicionales
- 1) Afectación por factores externos

Los efectos de los factores externos sobre la aplicación de los indicadores de desempeño se manifiestan desde la selección de éstos hasta su ejecución, pues

los que resulten de utilidad y obtenibles se pueden aplicar para el mejoramiento del servicio, integral o por etapas.

Para realizar su ajuste cuantitativo y cronológico en la implantación de las metas esperadas, es básico el análisis detallado de los efectos de los factores externos por aplicación de los indicadores. A continuación se enuncian algunos de estos factores y se describe la afectación por su aplicación.

- **Clima**

En cada localidad, sobre todo donde es extremoso, el clima afecta a los indicadores de operación; otro factor adverso es la temporada de lluvias. Entre otros efectos, estas condiciones generan tiempos muertos de operación y lentitud en las maniobras de cada uno de los servicios; por tal razón, para localidades con características como las descritas, se debe considerar ese factor.

- **Características de la localidad**

Entre otros rasgos, la pendiente y la anchura de las calles, la traza urbana, el tráfico vehicular en horas pico y el diseño vial determinan el grado de dificultad de las rutas de recolección, barrido y transferencia de los residuos sólidos. Por ese motivo, para seleccionar e implantar los indicadores adecuados para una localidad en particular, se ha de identificar y cuantificar el grado de afectación de estos factores sobre la operación del servicio, para ajustar los indicadores.

- **Ubicación del sitio de disposición final**

La distancia al sitio de disposición final es uno de los factores externos que determinan la instalación de sistemas de transferencia, pues sus objetivos son: a) eliminación de tiempos muertos en el servicio de recolección; b) optimización del servicio mediante recorridos cortos; c) disminución del desgaste de las unidades, y d) abatimiento de costos de operación.

El parámetro respectivo se debe considerar según el nivel de afectación en la operación de los servicios, para ajustar los indicadores.

2) Integración de los factores externos a los indicadores de desempeño

Clasificación de los factores externos: a) no modificables: características específicas de la localidad, y b) modificables: dependen de planeación, reglamentación, normatividad y políticas del municipio; por ejemplo: capacidad factible de instalaciones, maquinaria y equipo.

a) Factores externos no modificables

Estos factores son: clima, topografía, características de la ciudad, distancia al sitio de disposición final, ubicación de las instalaciones, y días festivos y tradicionales de la localidad. Los indicadores concernientes se deben ajustar a estos factores.

b) Factores externos modificables

Su modificabilidad está en función del nivel de servicio pretendido. Lo factible de modificación es: a) capacidad instalada de la obra civil, maquinaria y equipo; b) condiciones actuales de operación de instalaciones, maquinaria y equipo, y c) disposición actual de los residuos. Estos factores se pueden alterar mediante adquisición de bienes muebles e inmuebles e inversión en obra civil.

Inversión en bienes muebles e inmuebles y en obra civil:

- Compra de terreno para instalar un relleno sanitario
- Construcción de un relleno sanitario
- Construcción de instalaciones

- Compra de maquinaria, equipo y refacciones

Esta adquisición de bienes se cuantifica en el marco integral de la evaluación de los indicadores.

- Factores Internos
- Selección de los indicadores
- Utilidad de los indicadores seleccionados
- Existencia de equipo. Por ejemplo básculas, para obtención de información básica confiable.
- Dimensionamiento y diseño del servicio, por etapas
- Cobertura y eficiencia actuales del servicio en sus diversas etapas
- Cobertura y eficiencia esperadas del servicio
- Utilización de maquinaria y equipo según su capacidad
- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo
- Programa de mantenimiento de las instalaciones
- Presencia de pepenadores en el sitio de disposición final
- Reglamentación y normatividad locales
- Nivel de concientización y educación ambientales de la comunidad
- Nivel de participación comunitaria con planes y programas de gobierno
- Viabilidad de la información por recopilar.
- Confiabilidad de la información por recopilar
- Confiabilidad del procesamiento de la información
- Contabilidad mixta de los servicios en la localidad
- Cálculo confiable del costo por servicio
- Personal
- Condiciones laborales sindicales
- Sueldos del personal
- Necesidades de turnos y horarios nocturnos
- Horas efectivas laborables
- Prestaciones extraordinarias por tipo de trabajo
- Edad de los trabajadores por etapa del servicio

1) Afectación por factores internos

Todos los factores internos son modificables; para ello, se pueden ajustar en función de:

- Identificación de la problemática
- Planeación directiva
- Instauración y aplicación de programas administrativos y operativos
- Confiabilidad y viabilidad de la información obtenida
- Determinación de los indicadores
- Legislación local
- Campañas de concientización y educación ambientales
- Concertaciones político-socio-laborales con el sindicato de trabajadores y los grupos de pepenadores.

Similarmente a los efectos externos, desde su selección hasta su ejecución, los causados por los factores internos inciden sobre los indicadores de desempeño; difieren en el nivel de detalle y en el de análisis necesarios para modificar -

específica y cuantitativamente- y ajustar los indicadores de operación del servicio. A continuación se describen los efectos de algunos factores internos.

- **Dimensionamiento y diseño del servicio**

Dimensionamiento y diseño inadecuados del servicio afectan la cobertura, la eficiencia en la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, el aprovechamiento del personal y los gastos de operación. Por esta razón, la información de partida, que servirá de base para la implantación de metas, se utiliza considerando las limitaciones de planeación, diseño y recursos del servicio actual.

- **Cobertura y eficiencia actuales y esperadas del servicio**

Para determinar las metas de cobertura y eficiencia esperadas en el mejoramiento del servicio integral, es fundamental conocer sus condiciones actuales; con base en esta información se establecen metas de avance para cada uno de los indicadores, por etapas del servicio.

Por ejemplo, si la cobertura y la eficiencia actuales son muy deficientes, las metas para lograr los indicadores idóneos se deben aumentar paulatinamente, conforme se vayan efectuando las inversiones y las acciones concretas.

- **Nivel de concientización y educación ambientales**

Para obtener altos rendimientos del equipo y lograr aprovechamiento adecuado de éste y de las instalaciones, es fundamental la participación comunitaria con las autoridades responsables de la prestación de los servicios.

En gran medida, la participación de la población determina la selección de sistemas y métodos por implantar; si –mediante programas y campañas de concientización ambiental permanentes- la población no se ha incentivado, y si además la localidad no cuenta con reglamentación completa y actualizada que precise las obligaciones del usuario y del prestador del servicio, al aplicar los indicadores es sumamente difícil obtener resultados satisfactorios.

Según su magnitud, a la colaboración de la comunidad con las autoridades responsables del servicio, y al nivel de participación, se les debe considerar como factores determinantes en el ajuste de los indicadores por evaluar.

2) Integración de los factores internos a los indicadores de desempeño

Debido a que en la planeación y en la toma de decisiones para la ejecución del servicio los factores internos resultan determinantes, éstos se deben identificar y corregir, incluso antes de los factores externos modificables. Además, para calcular el grado de ajuste de los indicadores como metas, estos factores se han de estimar y analizar en detalle.

Para el diagnóstico del servicio actual es básica la cuantificación de estos factores; a partir del proceso de análisis se pueden determinar los tiempos y los niveles de mejoramiento del servicio. Así mismo, al modificar los indicadores respectivos mediante acciones concretas de fortalecimiento institucional, éstos se deben cuantificar continuamente, para integrarse al proceso de mejoramiento del servicio en una espiral cíclica ascendente de evaluación, planeación, ejecución, evaluación, para así lograr un avance continuo en los objetivos.

Estos factores son modificables por medio de inversiones en el fortalecimiento institucional.

Fortalecimiento institucional:

- Estudios y proyectos
- Concertaciones político-sociales
- Programas de capacitación
- Elaboración y aplicación de manuales administrativos y operativos
- Realización de programas administrativos y operativos
- Ejecución y aplicación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

12. Control y Evaluación del Servicio Mediante Indicadores

- Obtención de Información

Una vez establecido el procedimiento, el acopio de información para el procesamiento y el cálculo de indicadores se recaba en el organismo operador del servicio de limpia y aseo urbanos. Es importante mencionar que, desde los puntos de vista técnico, administrativo, financiero y operacional, esta información debe ser viable y confiable.

Para el proceso de acopio de información se recomiendan las pautas generales siguientes:

- Los datos de pesaje de residuos deben haberse originado en básculas
- Para el cálculo de costos es importante no omitir ningún rubro que incida en ellos:
 - Sueldos. Para este cálculo se han de considerar los de todos los empleados, incluso los administrativos y de dirección; se toman en cuenta los sueldos directos, las prestaciones y los gastos adicionales.
 - Gastos de operación de maquinaria y equipo. Se incluyen los gastos de combustibles, lubricantes, refacciones, mantenimiento preventivo y correctivo y primas por seguros. En caso de que el municipio haya contratado el servicio de reparaciones con talleres particulares, se ha de incluir el gasto de reparación (mano de obra), refacciones y el personal administrativo correspondiente (prorrateado).
 - Gastos de capital. Es indispensable considerar estos gastos, que comprenden depreciación de maquinaria y equipo, así como la rentabilidad del capital invertido.
 - Implementos. El costo de vestuario, implementos, elementos de seguridad y herramienta se consideran según su duración.
 - Consumos en las instalaciones. Los costos en consumos de energía eléctrica, agua potable, gas, teléfonos, etc., se incluyen según la facturación correspondiente:
 - Otros gastos. La utilización de inmuebles propiedad del municipio se debe considerar como renta que se podría obtener al arrendarlos con particulares.

- Periodicidad de la Evaluación del Desempeño

Las autoridades municipales responsables de la aplicación de los indicadores deciden la periodicidad de la evaluación. Según la cobertura y la eficiencia actuales, la demanda del servicio y el nivel de mejoramiento que se pretenda: mantener o aumentar, puede ser diaria, semanal, mensual, semestral y anual.

Esta periodicidad se determina según la necesidad del mejoramiento del servicio integral o de alguna etapa del sistema, pues los indicadores constituyen los argumentos que se han de utilizar para la toma de decisiones.

13. Proceso de Mejoramiento del Servicio

- Método del Proceso de Mejoramiento del Servicio

En cada etapa, el servicio integral de limpia y aseo urbanos se debe mejorar sistemáticamente, según un proceso de espiral ascendente, que consiste en:

- 1) Evaluación actual del servicio. Es el cálculo de los indicadores seleccionados.
- 2) Planificación. Costa de:
 - + Comparación del cálculo actual con la información histórica y los indicadores instaurados.
 - + Análisis de la problemática.
 - + Implantación de metas.
 - + Decisión de la estrategia para cumplir estas metas.
 - + Proceso de control, supervisión y seguimiento de las acciones aprobadas.
- 3) Ejecución. Es la aplicación de las acciones específicas consideradas en la estrategia de mejoramiento del servicio.
- 4) Evaluación. Cálculo de los indicadores seleccionados, posterior a la aplicación de las acciones instauradas.
- 5) Nuevamente la etapa de planificación. De esta manera se inicia el segundo ciclo de la espiral del proceso de mejoramiento, para que de manera continua y permanente haya incremento de los niveles de cobertura, eficiencia y calidad del servicio.

Es importante mencionar que los indicadores de operación son los dispositivos que se usan en la tarea de evaluación y planificación.

- Etapas del Proceso de Mejoramiento del Servicio

- 1) Evaluación. Consiste en:

- Obtención de los indicadores de por lo menos 3 años anteriores
- Cálculo de los indicadores actuales
- Comparación de la ejecución histórica y la actual con los indicadores internacionales aplicables a la localidad.
- Detección de desvíos con respecto a lo establecido
- Identificación de los problemas por resolver
- Análisis de las causas de los problemas
- Determinación de la solución aplicable a cada problema

- 2) Planificación. Consta de las acciones siguientes:

- Fijación de metas, previo estudio de: a) la ejecución histórica; b) los recursos disponibles, y c) la posible afectación de los factores externos e internos sobre los indicadores.
- Decisión de la estrategia para que cuantitativa y cronológicamente se cumplan las metas establecidas, con base en análisis de las causas que generaron la desviación con respecto a los indicadores.
- Instauración de un sistema de control y supervisión de las acciones establecidas en la estrategia de mejoramiento del servicio.
- Diseño de un formato de presentación de indicadores: a) históricos, b) los calculados actualmente, y c) los estimados como metas por cumplir. Ver el Resumen de la información necesaria para el cálculo de indicadores y el Cuadro 1 Formato de Evaluación de Indicadores de Desempeño.

- 3) Ejecución. Consiste en:

- Realización de cada una de las acciones establecidas en la estrategia de mejoramiento del servicio.

- Empezar las acciones de control y supervisión de las actividades integrales de la prestación del servicio de limpieza y aseo urbanos.
- Acopio de la información necesaria para el cálculo de indicadores
- Cálculo de indicadores en los tiempos programados para su evaluación
- Acciones de control y supervisión de las acciones aprobadas
- Transcripción de la información al formato de presentación

14. Resumen de la Información Necesaria para Cálculo de los Indicadores de Desempeño

INFORMACIÓN GENERAL

- Población total de la localidad
- Población servida, total y por zonas y sectores
- Generación de residuos per cápita de los diferentes estratos socioeconómicos y por fuente generadora, en kg/hab/día
- Peso volumétrico de los residuos (kg/m³)
- Composición de los residuos (características cualitativas y cuantitativas)

INFORMACIÓN POR PROCESOS

a) Recolección

- Total de toneladas generadas por día
- Frecuencia, turnos y horarios del servicio, por sectores y rutas de recolección
- Toneladas generadas, por zonas y sectores
- Toneladas recolectadas al día por la flotilla
- Toneladas recolectadas por viaje por unidad de recolección
- Cantidad total de trabajadores empleados en el servicio
- Cantidad de empleados por ruta de recolección
- Toneladas recolectadas por empleado por jornada
- Cantidad de empleados egresados en el mes y en el año
- Lista de equipo (características y condiciones de operación) de la flotilla, y por rutas.
- Instalaciones para el servicio de recolección (características y condiciones de operación)
- Capacidad de recolección de la flotilla y por vehículo de recolección (toneladas/viaje)
- Lista del equipo de reserva
- Nivel de mantenimiento preventivo y correctivo, expresado en porcentaje y costo
- Cantidad de quejas de los usuarios por mes, trimestre y año
- Porcentaje de usuarios satisfechos con el servicio
- Costo de recolección hora-hombre/tonelada
- Costo de recolección por tonelada de residuos
- Costo de recolección por habitante por día

b) Barrido

- Longitud total pavimentada (km)
- Frecuencia, turnos y horarios del servicio de barrido, manual y mecánico
- Longitud barrida manualmente por día (km)
- Longitud barrida mecánicamente por día (km)

- Longitud total barrida por barrendero por jornada (km)
 - Longitud barrida con barredora por jornada, por turno (km)
 - Longitud barrida por unidad y ruta de barrido
 - Cantidad total de trabajadores empleados en el servicio
 - Cantidad de empleados por sistema (manual y mecánico)
 - Cantidad de empleados, por rutas
 - Cantidad de empleados egresados en el mes y en el año (barrido manual y mecánico)
 - Lista de maquinaria y equipo (características y condiciones de operación) de la flotilla y por rutas.
 - Instalaciones para el servicio de barrido (características y condiciones de operación)
 - Capacidad de barrido manual, en kilómetros lineales por día
 - Capacidad de barrido mecánico del equipo, en kilómetros lineales por día
 - Lista del equipo de reserva
 - Nivel de mantenimiento preventivo y correctivo, expresado en porcentaje y costo
 - Cantidad de quejas de los usuarios por mes, trimestre y año
 - Porcentaje de usuarios satisfechos con el servicio
 - Costo del barrido manual hora-hombre/kilómetro lineal
 - Costo del barrido mecánico hora-hombre/kilómetro lineal
 - Costo del barrido manual por kilómetro lineal
 - Costo del barrido mecánico por kilómetro lineal
 - Costo del barrido manual por habitante por día
 - Costo del barrido mecánico por habitante por día
- c) Transferencia
- Total de toneladas transferidas por día
 - Toneladas transferidas por viaje por unidad de transferencia
 - Turnos y horarios de la estación de transferencia
 - Capacidad instalada para transferir residuos, en toneladas por día
 - Cantidad total de trabajadores empleados en el servicio
 - Cantidad de empleados por ruta de transferencia
 - Cantidad de empleados egresados en el mes y en el año
 - Lista de maquinaria, equipo e instalaciones (características y condiciones de operación)
 - Programa de mantenimiento preventivo y correctivo
 - Nivel de mantenimiento preventivo y correctivo, expresado en porcentaje y costo
 - Cantidad de quejas de los usuarios por mes, trimestre y año
 - Porcentaje de usuarios satisfechos por el servicio
 - Costo de la transferencia por hora-hombre/tonelada
 - Costo de la transferencia por tonelada de residuos
 - Costo de la transferencia por habitante por día
- d) Disposición final

- Total de toneladas depositadas por día
- Turnos y horarios de operación del sitio
- Cantidad total de empleados en la disposición final (por turnos)
- Cantidad de empleados egresados en el mes y en el año
- Lista de maquinaria, equipo e instalaciones (características y condiciones de operación)
- Capacidad instalada para depositar los residuos sólidos
- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para maquinaria y equipo
- Nivel de mantenimiento preventivo y correctivo, expresado en porcentaje y costo
- Cantidad de quejas de los usuarios por mes, trimestre y año
- Porcentaje de usuarios satisfechos con el servicio
- Costo de la disposición final por tonelada de residuos
- Costo de la disposición final por habitante por día

Nivel	Estándar	Histórico			2009												METAS					
		2006	2007	2008	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAYOR ACUM.	2010	2011	2012	2013	2014
1. Generales	1.1 Generación de residuos sólidos per capita																					
	1.2 Peso volumétrico de los residuos																					
2. Cobertura	2.1 Recolección																					
	2.2 Barrido																					
	2.3 Transferencia																					
	2.4 Disposición Final																					
3. Eficiencia	3.1 De empleados																					
	3.2 De Mantenimiento de equipos																					
	3.3 De uso de equipo																					
4. Calidad	4.1 Quejas en Recolección																					
	4.2 Quejas en Barrido																					
	4.3 Quejas en Transferencia																					
	4.4 Quejas en Disposición Final																					
5. Costos	5.1 Recolección																					
	5.2 Barrido																					
	5.3 Transferencia																					
	5.4 Disposición Final																					

Fuente: I.D.S. S.A. de C.V. con Información de la Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales, 2002.

Mecanismos de Seguimiento y Evaluación del programa
Avances físicos y financieros anuales

Indicador	Unidad de Medida	2007	2008	2009	2010	22011	22012
Municipios con diagnóstico básico de generación de residuos	Municipios	21	1	11			
		(Amacuzac, Axochiapan, Coatlán del Río, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jantetelco, Jiutepec, Jojutla, Jonacatepec, Mazatepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Temixco, Temoac, Tepalcingo, Tetecala, Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Xochitepec, Zacatepec y Zacualpan)	(Huitzilac)	(Atlatlahucan, Ayala, Cuautla, Ocuituco, Tepoztlán, Tetela del Volcán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Totolapan, Yautepec y Yecapixtla)			
Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Ton/día	2,034.70	1,868.71	1,888.58	1,840.50		
	kg/hab/día	1.23	1.12	1.13	1.10		
Número de Rellenos Sanitarios con que cuenta el Estado	Número de sitios	2	3	4			
		(La Perseverancia, Cuautla; La Tomatera, Región Nor Oriente.)	(La Perseverancia, Cuautla; La Tomatera, Región Nor Oriente; Loma de Mejía, Cuernavaca.)	(La Perseverancia, Cuautla; La Tomatera, Región Nor Oriente; Loma de Mejía, Cuernavaca; El Jabonero, Mazatepec.)			
Municipios que disponen conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Ton/día	307.76	866.62	878	889		
	Municipios dentro del Estado	7	8	12	15		
		(Cuautla, Zacualpan de Amilpas, Jantetelco, Atlatlahucan, Ocuituco, Yecapixtla y Tetela del Volcán)	(Cuautla, Zacualpan de Amilpas, Jantetelco, Atlatlahucan, Ocuituco, Yecapixtla y Tetela del Volcán, Cuernavaca)	(Cuautla, Zacualpan de Amilpas, Jantetelco, Atlatlahucan, Ocuituco, Yecapixtla y Tetela del Volcán, Cuernavaca, Mazatepec, Miacatlán, Tetecala y	(Cuautla, Zacualpan de Amilpas, Jantetelco, Atlatlahucan, Ocuituco, Yecapixtla y Tetela del Volcán, Cuernavaca, Mazatepec, Miacatlán, Tetecala,		

Indicador	Unidad de Medida	2007	2008	2009	2010	2011	2012
				Coatlán del Río)	Coatlán del Río, Totolapan, Tlalnepantla y Temoac)		
		5	4	3	3		
	Municipios Fuera del Estado	(Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Xochitepec y Coatlán del Río)	(Jiutepec, Temixco, Xochitepec y Coatlán del Río)	(Jiutepec, Temixco y Xochitepec)	(Jiutepec, Temixco y Xochitepec)		
Número de tiraderos a cielo abierto	Sitios	30	28	24	22		
				Tlaltizapán abre el TCA denominado Rancho el Coronel	Amacuzac abre el TCA denominado La Segunda		
Regularización de tiraderos a cielo abierto	Sitios	1	2	5	4		
		(Tetlama, Temixco)	(Ex Hacienda de Dolores, Emiliano Zapata; El Jabonero, Mazatepec)	(El Tezontle, Huitzilac; El Charco, Tetecala; La Palma, Miacatlán; El Higuerón, Jojutla; Chantepec, Tlalnepantla)	(Tecajec, Temoac; Mina de Santa Barbará, Totolapan, El Zarco*, Yautepec, Paraíso del Sol**, Tlayacapan)		

* En Proceso

** Programado

RESUMEN EJECUTIVO

El Estado de Morelos está conformado por 33 municipios con una extensión de 4,958 kilómetros cuadrados, que representa el 0.25% de la superficie del país, situado entre los paralelos 18°22' LN y 19°07' LW. Se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar de 1,480 metros y colinda al norte con el Estado de México y el Distrito Federal, al este con el Estado de México y Puebla, al sur con Puebla y Guerrero, y al oeste con Guerrero y el Estado de México.

Para el control de los residuos sólidos urbanos (RSU), por mandato constitucional corresponde a los municipios implementar las medidas necesarias para brindar a la población los servicios de aseo urbano, entendidos estos, como aquellos que aseguren la correcta gestión integral de los servicios de barrido, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los RSU; además de programas de capacitación y concientización de la población. Por otra parte le corresponde al Gobierno del Estado la formulación, conducción y evaluación de la política estatal en la materia.

Actualmente el Estado de Morelos tomando en cuenta las últimas cifras del INEGI cuenta con una población de 1'675,608 habitantes y tiene una generación de 1,842 ton/día de RSU, lo que implica una generación promedio de 1.1 kg./hab/día.

La disposición final de los RSU se realiza en cuatro rellenos sanitarios (Cuautla, Cuernavaca, Región Nor-Oriente ubicado en Yecapixtla y Región Poniente ubicado en Mazatepec), 22 tiraderos a cielo abierto, y un sitio controlado (Municipio de Emiliano Zapata).

En cuanto a los tiraderos a cielo abierto, en algunos casos, éstos, se encuentran ubicados en lugares no apropiados, donde generan problemas ambientales y riesgos a la salud pública, como la proliferación de fauna nociva, emisión de partículas contaminantes al aire, impactos visuales, afectación de la flora y fauna del lugar, olores y la filtración de líquidos percolados a los mantos freáticos entre otros. Adicionalmente, prolifera un importante número de tiraderos clandestinos en barrancas, carreteras, lotes baldíos y ríos con los mismos riesgos potenciales.

De las 1,842 toneladas de RSU que se generan en el Estado de Morelos, aproximadamente el 30 % se generan en Cuernavaca, el 15% en Jiutepec, 10% en Cuautla, el 7% en Yautepec y 6% en Temixco, es decir, que en estos cinco municipios se genera el 68% del total generado.

En lo que respecta a las características cuantitativas, se estima que el 51% de los RSU son materia orgánica (restos alimenticios y jardinería) susceptible de ser composteada, el 29% son subproductos potencialmente reciclables, destacando el Papel y Cartón 10%, Metal 2%, Plásticos 13% y Vidrio 4% y el 20% restante de residuos misceláneos (pañal desechable, toalla sanitaria, papel higiénico, cerámica, material de construcción, etc.).

Ante tal problemática, surgió la necesidad de contar con un programa estatal para el control de los residuos sólidos en el Estado, por lo cual, la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) responsable de la política ambiental del Estado de Morelos, con base en las facultades establecidas en los artículos 9 y 26 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y en el artículo 26 de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, elaboró el presente Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Morelos con la finalidad de proteger los recursos naturales y salvaguardar el medio ambiente, estableciendo para ello la gestión integral de los residuos sólidos, a través de una política ambiental estatal en materia de residuos y planteando la misión, visión, objetivos, fundamentos, principios, estrategias, acciones, estudios y proyectos.

El Programa Estatal está constituido por seis capítulos, los que a continuación se describen:

Capítulo primero, en él, se mencionan los aspectos generales de las condiciones que guarda el Estado de Morelos en cuanto a la prevención y gestión integral de los residuos, ofreciendo elementos que justifican la necesidad de llevar a cabo la realización del Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Capítulo Segundo, que prevé el mecanismo de participación social contemplado para la formulación del Programa realizado esto mediante consultas a los 33 municipio y un foro de consulta ciudadana.

En el tercer capítulo, se describen la visión, misión y valores del Programa, dirigidos a buscar que el Estado de Morelos sea un estado líder autosuficiente, dinámico y moderno en la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos, ofreciendo a la población y visitantes nacionales e internacionales un ambiente

sano, una mejor calidad de vida, un eficiente uso de recursos así como la preservación de los recursos naturales, a través de la coordinación de las políticas, estrategias, programas, proyectos y acciones específicas consensuadas y organizadas entre los municipios para lograr una eficiente gestión integral sustentable de los residuos sólidos, en vinculación con instituciones del gobierno federal, estatal y municipal, así como con la activa participación de los sectores social y privado.

En el capítulo cuarto, se presenta el diagnóstico empezando por un apartado de antecedentes para el desarrollo del Programa en cuanto a la metodología utilizada así como a las características generales del Estado de Morelos y sus municipios, así como el objetivo general y los objetivos particulares del Programa Estatal los fundamentos y principios rectores del Programa Estatal. el análisis del marco legal en materia de residuos sólidos, tanto a nivel federal, como estatal y municipal, concluyendo sobre aspectos de concordancia y deficiencias al respecto que se representa con el levantamiento y análisis de la información recabada referente al sector residuos sólidos en el Estado (Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP)), el cual permite obtener la descripción de la situación actual concerniente a las características de los RSU, organización y operación actual del servicio público de manejo integral de los RSU y algunos aspectos sociales relevantes.

Se destaca que los servicios relacionados con el manejo integral de los RSU son coordinados y administrados por diferentes entidades. Se determinó que en 17 municipios el sistema de limpia depende directamente de una Dirección de Servicios Públicos Municipales, en 6 depende de una Dirección de Ecología y en 10 no se cuenta con la información o no tienen una unidad responsable dentro de su organigrama. Actualmente sólo se encuentra constituido un organismo operador, el cual fue aprobado por el Congreso del Estado, para la operación del relleno sanitario de la Región Poniente.

Los municipios del Estado de Morelos, cuentan con los siguientes recursos humanos: en sistemas de barrido 250, en sistemas de recolección 444, en sistemas de transferencia y transporte 66, en sistemas de tratamiento 6 y en lo relativo a disposición final no se obtuvo información confiable, sin embargo en la mayoría de los sitios de disposición final existen personas dedicadas a la recuperación de los subproductos con demanda en el mercado del reciclaje.

Respecto a la infraestructura disponible para el manejo de los RSU en el Estado de Morelos se cuenta con 201 vehículos de recolección, dos estaciones de transferencia con 10 tracto camiones, ocho centros de acopio, una planta de composta y 27 sitios de disposición final, de los cuales cuatro son rellenos sanitarios, un relleno controlado y 22 tiraderos a cielo abierto.

En relación a la generación de residuos de manejo especial tomando en consideración los datos presentados para el periodo comprendido del mes de octubre del 2008 al mes de mayo del 2009 de cada una de las 18 empresas que cuentan con autorización por parte de la CEAMA, en el Estado se dio manejo, tratamiento y/o disposición final a 562,385 toneladas de residuos de manejo especial, lo que equivale a que en el Estado se manejan diariamente 1,540 toneladas por empresas autorizadas, mismas toneladas que no se pueden considerar como generación total, toda vez, que el número de empresas

autorizadas, no representa el total de las empresas que brindan algún tipo de servicio o tratamiento a los residuos de manejo especial.

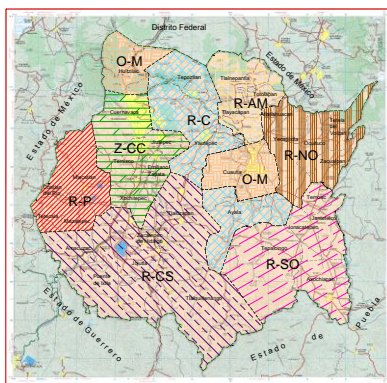
Por otra parte, en el capítulo quinto, se describe de manera general la vinculación funcional del Programa con el Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012, presentando las políticas y estrategias para el desarrollo del sector residuos en el Estado, las cuales fueron divididas en las siguientes vertientes: Regionalización para la Gestión Integral de los Residuos; Marco Legal; Prevención, Minimización y Valorización; Fortalecimiento Institucional; Área Económica; Área Técnica; y Participación y Desarrollo Social.

Dentro de las políticas más importantes destacan sin duda la regulación y el fomento del principio de las tres R's, (reducir, reusar y reciclar) establecido en el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (SEMARNAT), donde se establece claramente la política nacional en este campo.

Otra política importante, es sin duda, la separación en la fuente donde la participación de la sociedad es muy importante y donde de acuerdo a la demanda de materiales para reciclo los municipios tomarán la decisión de cuales subproductos deberán ser entregados en forma separada al servicio de recolección, para su posterior valorización.

Destaca también sin duda la política de contar con servicios de aseo urbano autosustentables financieramente, aplicando el cobro de derechos estratificado por la prestación de este servicio en los municipios.

Finalmente el Estado recoge las recomendaciones de la prestación de servicios de transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos en forma regional por tal motivo y con la finalidad de optimizar la gestión integral de los residuos sólidos en el Estado, éste se dividió en ocho regiones conocidas como: Zona Conurbada de Cuernavaca (ZCC); Nor Oriente (R-NO); Poniente (R-P); Centro Sur (R-CS); Sur Oriente (R-SO); Altos de Morelos (R-AM); Centro (R-C) y Otros municipios (O-M), las cuales se muestran en la siguiente figura:



Estableciendo del mismo modo las líneas de acción para llevar a cabo lo establecido en las políticas y estrategias propuestas en el Programa Estatal, tanto en el corto plazo (acciones inmediatas), corto plazo con aplicación continua y a mediano plazo tanto para el Estado como para los municipios y enlistan los principales estudios y proyectos que se deberán llevar a cabo para la óptima

implementación del Programa, dichos estudios y proyectos van dirigidos a cumplir con los aspectos establecidos en las políticas y estrategias planteadas para el desarrollo del sector residuos en el Estado, y finalmente se citan las principales fuentes de financiamiento para la implementación del Programa.

Del mismo modo el sexto capítulo prevé los mecanismos de seguimiento y evaluación mediante los cuales la CEAMA, regulará y vigilará el cumplimiento de lo establecido en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y en el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, referente a la gestión integral de residuos de manejo especial y registro de sus planes de manejo correspondientes.

Finalmente se prevé al final del documento se presentan 10 anexos donde se describen con detalle información importante utilizada o generada durante la elaboración del programa.

LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS

ANEXO A

COMPETENCIA FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

1. Competencia Federal (LGEEPA Y LRSDF)

Según la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, corresponde a la Federación:

- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional.

Esta posibilidad prevista en la fracción III del artículo 5° de la LGEEPA abre la posibilidad de que la Federación atraiga la competencia de asuntos estatales o municipales cuando se considere que puede causarse afectación al equilibrio ecológico.

- La expedición de las Normas Oficiales Mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento.
- La regulación y control de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos.
- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas.
- La evaluación de impacto ambiental de las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o puedan rebasar los límites y condiciones establecidos en las normas para proteger al ambiente, caso instalaciones para el manejo y disposición final de residuos sólidos.

Al respecto cabe señalar que el reglamento de la LEEGPA en materia de impacto ambiental y riesgo, en su artículo 28 hace un listado de obras que requieren de estudio de impacto ambiental, sólo incluye a los residuos peligrosos.

- La emisión de recomendaciones a autoridades federales, estatales o municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental.

El artículo 7 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, señala como atribuciones de la federación:

- Promover junto con los estados y municipios la creación de infraestructura para el manejo integral de los residuos con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados.
- Coadyuvar con las entidades federativas para la instrumentación de los programas para la prevención y gestión integral de los residuos.
- Convocar a estados y/o municipios para el desarrollo de estrategias conjuntas en materia de residuos que permitan la solución de los problemas que los afecten.

2. Competencia de las Entidades Federativas.

Compete a las Entidades Federativas:

De acuerdo con lo dispuesto por el artículo 7 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.

Las entidades federativas pueden incluir en su legislación la prohibición de verter residuos en lugares públicos, cavidades subterráneas áreas naturales protegidas o zonas de conservación ecológica; incinerar residuos a cielo abierto o abrir nuevos tiraderos a cielo abierto, ya que así lo dispone la LGPGIR, en su artículo 100.

Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos, señala como atribuciones de las entidades federativas, entre otras:

- Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, tratamiento, valorización y disposición final conforme a lo establecido por la ley y las Normas Oficiales Mexicanas.
- Promover en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos en las entidades federativas y municipios, con la participación de inversionistas y representantes de sectores sociales interesados.
- Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia, prevención de contaminación de los sitios o su remediación.
- Suscribir convenios y acuerdos con las cámaras industriales, comerciales, grupos y organizaciones privadas y sociales para llevar a cabo las acciones tendientes a cumplir con los objetivos de la ley.

Además de lo anterior, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos que establece la regulación para la prevención y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, otorga a las entidades federativas y municipios las facultades a que se refiere el artículo 96 y que a continuación se señalan:

- I. El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia;
- II. Diseñar e instrumentar programas para incentivar a los grandes generadores de residuos a reducir su generación y someterlos a un manejo integral;
- III. Promover la suscripción de convenios con los grandes generadores de residuos, en el ámbito de su competencia, para que formulen e instrumenten los planes de manejo de los residuos que generen;

IV. Integrar el registro de los grandes generadores de residuos en el ámbito de su competencia y de empresas prestadoras de servicios de manejo de esos residuos, así como la base de datos en la que se recabe la información respecto al tipo, volumen y forma de manejo de los residuos;

V. Integrar la información relativa a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, al Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales;

VI. Elaborar, actualizar y difundir el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

VII. Coordinarse con las autoridades federales, con otras entidades federativas o municipios, según proceda, y concertar con representantes de organismos privados y sociales, para alcanzar las finalidades a que se refiere esta Ley y para la instrumentación de planes de manejo de los distintos residuos que sean de su competencia;

VIII. Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que intervienen en la segregación, acopio y preparación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su reciclaje;

IX. Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;

X. Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos;

XI. Promover la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones profesionales y de consumidores, y redes intersectoriales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia, y

XII. Realizar las acciones necesarias para prevenir y controlar la contaminación por residuos susceptibles de provocar procesos de salinización de suelos e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

3. Competencia de las Autoridades de los Municipios

Compete a los municipios:

La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por el manejo de residuos sólidos e industriales no peligrosos. Esto es, la aplicación de la legislación federal, Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos en materia de residuos sólidos urbanos debiendo imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables; según lo dispone la fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

De acuerdo con lo dispuesto por el artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos, son facultades a cargo de los municipios, entre otras:

- El manejo integral de residuos sólidos urbanos que consiste en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los mismos, para lo cual podrán emitir los reglamentos y demás disposiciones jurídico administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones de conformidad con la legislación federal en la materia.

- Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y fortalecimiento de los mismos.

4. Principales Dependencias Federales con injerencia en el Control y Manejo de RSU.

4.1. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

De manera general se exponen sus atribuciones, siendo:

Tener a su cargo la tarea de planear la política ecológica, promover el cuidado, la vigilancia y la promoción de toda la actividad relacionada con la protección al ambiente, así como la aplicación de las medidas que tanto las leyes como los tratados internacionales asignen a la federación para lo cual habrá de coordinarse, asistirse y asociarse con todos los organismos relacionados con la materia, con las otras secretarías y el Departamento del Distrito federal, así como con los gobiernos de los estados y municipios dándoles la intervención correspondiente en las materias de su competencia relacionadas con la conservación del ambiente y el equilibrio ecológico.

Según el artículo 8° de la Ley General de Residuos Sólidos, la SEMARNAT ejercerá las atribuciones que la ley confiere a la Federación, salvo las que expresamente correspondan al Presidente de la República.

Instituto Nacional de Ecología (INE)

Depende de SEMARNAT y se dedica a la investigación en materia ecológica.

Al momento de realización de este estudio, el Instituto sólo cuenta con investigación en materia de residuos peligrosos.

4.2. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA)

Dentro de las atribuciones con que cuenta, está la intervención en la autorización del uso de suelo cuando su cambio pueda afectar el equilibrio ecológico, por lo que los rellenos sanitarios deberán cumplir con los lineamientos establecidos en la normatividad, concretamente la NOM-083-SEMARNAT-2003, sin embargo, es la SEMARNAT la responsable de autorizar el cambio de uso de suelo, cuando este se encuentra en una zona forestal, esto a través de la presentación de la manifestación de impacto ambiental por cambio de uso de suelo, o en su defecto, es la secretaría de desarrollo urbano y obras públicas la responsable de autorizar los cambios de uso de suelo, o incluso el municipio, cuando este tiene dicha atribución.

4.3. Secretaría de Economía.

Dentro de la materia que ocupa el presente estudio, se destaca su participación en la promoción de empaques y envases con materiales aptos para el reciclaje a fin de reducir la producción de desechos sólidos. De igual modo tiene a su cargo la vigilancia de la importación de residuos peligrosos para su reutilización o reciclaje.

4.4. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Dado que le corresponde todo lo relacionado con asentamientos humanos, desarrollo urbano y vivienda tiene gran intervención en la protección del ambiente

en coordinación estrecha con los gobiernos estatales y municipales al promover la planeación y distribución, así como la ordenación de la población, abocándose a los programas de uso de suelo, reservas territoriales y obras de infraestructura urbana, todo ello directamente relacionado con el manejo ecológico del suelo, el agua y el abastecimiento de los productos básicos para las poblaciones.

4.5. Secretaría de Gobernación

Tiene intervención solo en caso de emergencia ecológica.

4.6. Secretaría del Trabajo y Previsión Social

El artículo 40 de la LGEEPA le asigna la función de capacitar para el trabajo en materia de protección al ambiente y equilibrio ecológico a través de comisiones de seguridad e higiene.

5. Principales Dependencias Estatales con Injerencia en el Control y Manejo de RSU.

5.1. Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA)

La Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado Libre y Soberano de Morelos, por objeto establece las Bases Institucionales de la Organización y Funcionamiento de la Administración Pública del Estado de Morelos y asigna las facultades y obligaciones para la atención de los asuntos del orden administrativo entre las diferentes unidades de la Administración Pública del Estado.

En materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente la CEAMA tiene las siguientes atribuciones de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 4 de la Ley que crea ese organismo descentralizado:

I. Ejercer las atribuciones que la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente confiere al Ejecutivo Estatal y a sus dependencias.

II. Formular y conducir la política ecológica y de protección al ambiente del Estado de Morelos;

III. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica del Estado, en el aprovechamiento racional de los elementos naturales, en el ordenamiento ecológico estatal, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección de las áreas naturales de jurisdicción estatal y en la prevención y control de la contaminación del aire y el agua, con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Estatal;

IV. Proponer al Ejecutivo Estatal la celebración de acuerdos de coordinación con la Federación, para la expedición de normas técnicas ecológicas estatales;

V. Aplicar, en la esfera de su competencia la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos y sus Reglamentos, las normas técnicas ecológicas estatales que se expidan en coordinación con la Federación, y vigilar su observancia;

VI. Formular y desarrollar programas y realizar las acciones que le competen, a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, coordinándose, en su caso, con las demás dependencias del Ejecutivo Estatal, según sus respectivas esferas de competencia, o con los Municipios de la entidad;

VII. Proponer al Ejecutivo Estatal la expedición de disposiciones para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente en la entidad;

VIII. Proponer al Ejecutivo Estatal la adopción de medidas necesarias para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales y aplicarlas en el ámbito de su competencia;

IX. Coordinar la aplicación, por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, de las medidas que determine el Ejecutivo estatal para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales;

X. Establecer las bases para la administración y organización de las áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal, en coordinación con las comunidades de la zona;

XI. Coordinar estudios y acciones para proponer al Ejecutivo del Estado y a la Federación, la creación y preservación de áreas naturales protegidas, con la intervención que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Estatal y a los ayuntamientos, involucrando a las comunidades de la zona y con la intervención que corresponda a los municipios, otras dependencias de la Administración Pública Estatal, y en su caso, otras dependencias de la Administración Pública Federal;

XII. Vigilar el cumplimiento del ordenamiento ecológico estatal, en coordinación con las demás dependencias del Ejecutivo Estatal y con el apoyo de los Municipios;

XIII. Recibir quejas con relación del orden ecológico y medio ambiental, investigar, vigilar y en su caso sancionar a las personas físicas o morales que deterioren la ecología y el medio ambiente;

XIV. Proporcionar asistencia técnica y recomendaciones a los Gobiernos Municipales cuando éstos así lo soliciten, para la realización de acciones relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Así como la concertación de éstas con el sector social y privado; y

XV. Promover la participación de inversionistas en la construcción de nuevas obras de acuacultura y ecoturismo, así como la inversión en proyectos de fuentes alternas de generación de energía y protección de los recursos naturales no renovables, a fin de lograr un desarrollo sustentable.

Por otra parte, las atribuciones del Ejecutivo Estatal a través de la CEAMA relacionadas con la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, son las siguientes:

I. La formulación y conducción de la política de residuos sólidos del Estado de Morelos;

II. La aplicación de los instrumentos de política de residuos sólidos previstos en la presente Ley;

III. La atención de los asuntos que se generen entre dos o más Municipios, así como entre el Estado de Morelos y una o más entidades federativas en coordinación con la Federación, y aquéllos entre el Estado de Morelos y la Federación;

IV. Expedir las normas ambientales para el Estado de Morelos en materia de reducción, manejo, tratamiento, reuso y disposición final de residuos sólidos;

V. Autorizar, en los términos del reglamento respectivo, la instalación y operación de sistemas para el manejo de los residuos sólidos;

- VI. Autorizar los permisos de traslado de residuos sólidos desde o hacia otras entidades federativas, así como la inspección y vigilancia de dicho traslado;
- VII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, su reglamento, las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Estado de Morelos en materia de reducción, manejo, tratamiento, reuso y disposición final de residuos sólidos, y en su caso, imponer las medidas de seguridad y sanciones que correspondan;
- VIII. Participar en el establecimiento y operación, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil y en coordinación con la Federación, de un sistema para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales derivadas de la gestión de residuos de su competencia;
- IX. Tomar las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por la generación y el manejo de residuos sólidos;
- X. Diseñar, construir y operar directamente o bajo el régimen de concesión, estaciones de separación y transferencia, plantas de tratamiento de residuos sólidos y sitios de disposición final;
- XI. Llevar un registro y control de empresas y particulares dedicados al manejo de residuos sólidos;
- XII. Ofrecer apoyo tecnológico como nuevas opciones y alternativas al manejo de residuos sólidos;
- XIII. La vigilancia de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación a las que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos;
- XIV. La celebración de convenios con la Federación y con las entidades federativas en lo establecido en el Artículo 138 de la Ley General;
- XV. La prevención y control de la contaminación del suelo generada por residuos sólidos, así como su limpieza, restauración y, en su caso, recuperación;
- XVI. La promoción de la participación de la sociedad en materia de residuos sólidos;
- XVII. El ejercicio de las funciones que en materia de residuos de baja peligrosidad le transfiera la Federación;
- XVIII. La formulación, ejecución y evaluación del Programa General de residuos sólidos;
- XIX. La atención de los demás asuntos que en materia de residuos sólidos le conceda esta Ley y otros ordenamientos en concordancia con ella y que no están expresamente atribuidos a la Federación;
- XX. Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, conforme a los lineamientos establecidos en la presente ley y las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan, en el ámbito de su competencia;
- XXI. Coadyuvar en la promoción de la prevención de la contaminación de sitios y su Remediación;
- XXII. Autorizar los lugares en donde los residuos se entregarán a servicios de recolección o a centros de acopio regionales según corresponda, de conformidad con lo que establezcan los programas correspondientes;

XXIII. Organizar y promover de acuerdo a su competencia, actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos; y

XXIV. Promover de acuerdo a su competencia la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones de profesionistas y de consumidores, y organizaciones no gubernamentales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia.

5.2. Secretaría de Salud

A la Secretaría le corresponde Establecer y conducir la política Estatal en materia de salud, en los términos de la Ley y demás disposiciones legales aplicables y de conformidad con las políticas del Sistema Nacional de Salud y con lo dispuesto por el Ejecutivo Estatal.

6. Puntos Principales de la Legislación Vigente en Materia de Residuos Sólidos Urbanos.

6.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre del 2003)

- Como se describió en el punto 3.1, que antecede, esta ley realiza la distribución de competencias en federales (artículo 7°), de las Entidades Federativas (artículo 9°) y municipales (artículo 10).
- Sienta las bases para la formulación de los programas de Gestión Integral de los Residuos y obliga a las entidades federativas y municipios a elaborar sus programas locales en esta materia. (artículo 26)
- Establece la obligación de la formulación de planes de manejo a los generadores de residuos peligrosos, productores, importadores y distribuidores de productos que al desecharse, se convierten en residuos peligrosos o urbanos o de manejo especial cuando son grandes generadores (artículos 27 al 34).
- Dispone que los tres ámbitos de gobierno deberán promover la participación social en la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos, mediante su participación en proyectos y acciones conjuntas (artículos 35 y 36). Asimismo, deberán integrar el Sistema de Información sobre la Gestión Integral de residuos (artículos 37 a 39).
- Esta ley contiene las disposiciones relativas al manejo integral de los residuos peligrosos, ya que, como se mencionó, todo lo referente a los mismos es de competencia federal. (artículos 40 a 67). Se refiere a la prestación de servicios en materia de este tipo de residuos, así como su importación y exportación. Por su parte, los artículos 68 a 79 determinan la responsabilidad en caso de contaminación de un sitio, así como de la reparación del daño, tratándose específicamente de contaminación por residuos peligrosos (artículos 81 y 82).
- Sin perjuicio de lo citado con antelación, esta ley sí señala medidas de seguridad en caso de riesgo inminente para la salud y el medio ambiente

únicamente en tratándose de residuos peligrosos. (artículos 104 y 105) y describe las conductas que deben sancionarse (artículo 106).

- En su Título Sexto se establece la regulación para la prevención y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, teniendo a su cargo las entidades federativas y municipios las obligaciones a que se refiere el artículo 96 y que han sido vertidas en el apartado relativo a las competencias locales.
- Por cuanto hace a los sitios de disposición final de residuos sólidos esta ley únicamente dispone que tanto su ubicación, como su diseño, construcción y operación deberá sujetarse a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas.⁴
- La inspección y vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental, es obligación de la SEMARNAT atendiendo a lo dispuesto por el artículo 101 de la ley en comento, debiéndose aplicar las medidas de control y de seguridad establecidas en la ley, así como la imposición de sanciones por infracción, remitiéndose a la LGEEPA para la consulta de las citadas sanciones. Pese a lo anterior en su artículo 112 dispone que cualquier violación a esta ley, así como de las disposiciones que de ella emanen, serán castigadas por la Secretaría con sanciones que van de la clausura temporal, ya sea total o parcial, temporal o definitiva en caso de que el infractor no hubiere cumplido con las medidas correctivas impuestas por la autoridad, hasta el arresto administrativo o la revocación de licencias en caso de reincidencia.
- Así mismo, la ley que se comenta, concede plena libertad a los estados y municipios para establecer sanciones administrativas que inhiban las violaciones a esta ley. (Artículo 114).
- Contra los actos y resoluciones que pongan fin a los procedimientos administrativos o a una instancia, se podrá interponer el recurso de revisión o cuando proceda, intentar la vía jurisdiccional que corresponda. El procedimiento se encuentra regulado por los artículos 116 a 125 de la ley.
-

Tabla B.1. Normas Oficiales Mexicanas Relativas al Manejo y Disposición Final de RSU

NORMA	TEMA	CONTENIDO
NMX-AA-015-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO. RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES- MUESTREO-MÉTODO DE CUARTEO.	Proporciona las características del método de cuarteo. No se aplica a residuos sólidos de características homogéneas.
NMX-AA-016-1984	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Establece el método llamado Estufa que determina el porcentaje de humedad en los RSM, basado en la pérdida de peso cuando la muestra se somete a condiciones de tiempo y temperatura determinados por la eliminación de agua.
NMX-AA-18-1984	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE CENIZAS	Establece el método de prueba para la determinación de cenizas de los RSM
NMX-AA-24-1984	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL.	Establece el método de Kjeldahl para determinar la cantidad de nitrógeno contenido en los RSM.
NMX-AA-25-1984	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM-	Establece método potenciométrico para la determinación del valor del pH en los Residuos, el cual se basa en la actividad de los

⁴ Concretamente a la NOM-083-SEMARNAT-2003.

NORMA	TEMA	CONTENIDO
	DETERMINACIÓN DEL PH-MÉTODO POTENCIOMÉTRICO	iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de residuos sólidos al 10%.
NMX-AA-92-1984	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE AZUFRE	Determinación de azufre en RSM transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de RS en presencia de oxilita.
NMX-AA-019-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU".	Establece un método para determinar el peso volumétrico de los RSM en el lugar donde se efectuó la operación de cuarteo.
NMX-AA-021-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.	Establece el método para la determinación de materia orgánica en los RSM con dos series de cinco pruebas cada una.
NMX-AA-022-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.	Establece el método para la cuantificación de subproductos en los RSM, tales como algodón, cartón, cuero, fibra vegetal, vidrio, plástico, etc. Incluye los residuos alimenticios de fácil degradación como vísceras, apéndices o cadáveres de animales.
NMX-AA-033-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE PODER CALORÍFICO SUPERIOR.	Especifica un método de prueba para determinar el poder calorífico superior de los residuos sólidos, empleando una bomba calorimétrica de los diferentes tipos para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.
NMX-AA-052-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO PARA SU ANÁLISIS.	Análisis de muestras.
NMX-AA-61-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN.	Especifica un método para determinar la generación de RSM a partir de un muestreo estadístico aleatorio de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población, dividiendo los residuos en domésticos(generados en casas habitación) y no domésticos (los generados fuera de casas habitación)
NMX-AA-067-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO	Establece el método para la determinación de la relación carbono-nitrógeno de RSM, a fin de planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.
NMX-AA-094-1985	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	Determinación de fósforo total en RSM no aplicable a productos que generan soluciones coloridas como son las del tipo denominado escorias básicas
NMX-AA-068-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE MATERIA ORGÁNICA	Determinación de hidrógeno a partir de materia orgánica a fin de planear y diseñar los sistemas de disposición final.
NMX-AA-080-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE- CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RSM- DETERMINACIÓN DE OXIGENO EN MATERIA ORGÁNICA.	Determinación de porcentaje de oxígeno presente en los RSM que se evalúa por la transformación a monóxido de carbono y reacciona con pentóxido de yodo.
NOM-004-SEMARNAT-2002	PROTECCIÓN AMBIENTAL-LODOS Y BIOSÓLIDOS	Especificación y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
NOM-083-SEMARNAT-2003. Publicada el 20 de octubre del 2004	PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, MONITOREO, CLAUSURA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE	* SE ANEXA COPIA DE LA MISMA DADA SU TRASCENDENCIA EN LA MATERIA DEL PRESENTE ESTUDIO.

NORMA	TEMA	CONTENIDO
	MANEJO ESPECIAL.	
NOM-098-SEMARNAT-2002. Publicada 1° de octubre del 2004	PROTECCIÓN AMBIENTAL- INCINERACIÓN DE RESIDUOS, ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN Y LÍMITES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES	Especificaciones de operación y límite de emisión de contaminantes en toda instalación destinada a incineración de residuos, excepto hornos crematorios, industriales y calderas que utilicen residuos como combustible alterno.

7. Otros Documentos e Información Relacionada con los Residuos Sólidos Urbanos

7.1. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Morelos

Se incluye el presente listado, en virtud de que deben descartarse éstas áreas para la probable ubicación de infraestructura para el manejo o disposición final de residuos sólidos.

Las áreas naturales protegidas son definidas en la LGEEPA como⁵ las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por las actividades del ser humano o que requieran ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto por esa misma ley.

Actualmente existen en total diez áreas declaradas como protegidas en el territorio de Morelos.

Corredor biológico Chichinautzin. El corredor biológico se encuentra en la zona noroeste del Estado de Morelos; en su territorio se incluyen los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Yautepec y parte del sur del Distrito Federal. Sus coordenadas extremas 18° 50'30" y 19° 05'40"N; 98° 51'50" y 99° 20'00"W. Su superficie es de 37,302.40 ha.

Reserva de la Biosfera de Huautla. Se encuentra ubicada al sur del Estado, en los municipios de Tlaquiltenango y Tepalcingo, colindando con el Estado de Guerrero al oeste y suroeste, y con el Estado de Puebla al este y sureste. Sus coordenadas extremas son 18° 20'10" y 18° 34'20" N; 98° 51'20" y 99° 08'15" W. Cubre una superficie de 31,314.165 ha.

Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Se encuentra en la confluencia de los límites de los Estados de México, Puebla y Morelos; en este último dentro del municipio de Tetela del Volcán, la superficie total es de 25,679 ha, en el Estado cubre una superficie de 700 ha

Parque Nacional El Tepozteco. Se halla al norte del Estado de Morelos, en el municipio de Tepoztlán y en la delegación de Milpa Alta, Distrito Federal. Las coordenadas extremas del parque son 18° 53'20" y 19° 03'30"N; 99° 02'00" y 99° 12'55"W. Su superficie total es de 24,000 ha, de las cuales sólo 200 ha, están fuera de la entidad (0.8%).

El Texcal (Área sujeta a conservación ecológica). Se encuentra en la región noroeste del Estado, en el municipio de Jiutepec, colindando con los siguientes municipios: al norte con Tepoztlán, al oeste con Cuernavaca, hacia el sur con Emiliano Zapata y al este con Yautepec. Sus coordenadas geográficas son 18° 53' N y 99° 10' W y cubre una superficie de 407.827 ha.

⁵ Artículo 3°, fracción II. Definiciones.

Reserva Estatal Sierra Montenegro. La Reserva Estatal "Sierra Monte Negro" tiene un rango altitudinal que va desde los 1,775 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la cumbre más alta del Monte Negro a los 1,000 msnm en la porción sur de la Sierra en los límites con la zona urbana de Tlaltizapán.

El rango altitudinal de la Sierra va disminuyendo de norte a sur; siendo el rango altitudinal de norte a sur el siguiente: en los límites con el Corredor Biológico Chichinautzin, de 1,300 msnm en las partes bajas y 1,570 msnm en las partes altas; en la porción media de la Sierra el rango va entre los 1,100 msnm en las partes bajas y los 1,700 msnm en las partes altas y en la zona sur de la Sierra se presentan alturas de 1,000 msnm en las partes bajas y 1,200 msnm en las partes altas.

Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Se encuentra ubicada al noroeste del Estado, en la zona limítrofe con el Estado de México, dentro de los municipios de Huitzilac y Ocuilán de Arteaga respectivamente. Las coordenadas extremas del área de reserva son 18° 95' 00" y 19° 06' 00" N; 99° 17' 30" y 99° 22' 30" W. La superficie total del parque es de 4,790 ha, de las cuales 3,965 ha corresponden al Estado de Morelos y 825 ha se encuentran dentro del Estado de México.

Además de la importancia de las áreas naturales protegidas en cuanto a la protección y conservación de recursos naturales de importancia especial, su conservación depende en gran medida de lo dispuesto por el ordenamiento ecológico, debiéndose prevenir invasiones por asentamientos irregulares, eliminación de vegetación natural para establecer cultivos agrícolas, incendios, tala clandestina o contaminación por residuos sólidos o líquidos.

Zona de Manantiales los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal (Zona sujeta a conservación ecológica) Se encuentra al oriente del Estado, en el municipio de Cuautla, cercano a la ciudad del mismo nombre. Cubre una superficie de 152.3 ha, lo que representa el 0.03% del territorio estatal.

Las Estacas (Reserva estatal) Se encuentra en la región centro sur del Estado, al centro del municipio de Tlaltizapán, Cubre una superficie de 652.1 ha, lo que representa el 0.13% del territorio estatal.

Barranca de Chapultepec (Parque estatal) Se encuentra en la zona conurbada de Cuernavaca dentro del municipio del mismo nombre. Cubre una superficie de 20 ha.

PARÁMETROS DE PLANEACIÓN

ANEXO B

1.- Población

El año base para este estudio es el 2009 y el horizonte de planeación se considera al 2025. La población que se utilizará es la publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) La tabla 1 muestra la población proyectada para los municipios del Estado.

2.- Generación y Composición

Las tablas 4 a 11 muestra la generación de RSU según los municipios y regiones del estado, también se estima la cantidad de materiales reciclables que se tendrán en los primeros cinco años del programa. Tabla 1. Población por localidad años 2009-2025 (CONAPO)

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Morelos	1,674,795	1,687,396	1,699,613	1,711,481	1,722,988	1,734,128	1,744,906	1,755,341	1,65,431	1,775,161	1,784,481	1,793,409	1,801,938	1,810,040	1,817,645	1,824,765	1,831,354
Amacuzac	14555	14277	14003	13734	13469	13207	12950	12698	12450	12207	11967	11732	11500	11272	11048	10828	10611
Atlatlahucan	14177	14230	14280	14326	14369	14407	14442	14473	14502	14526	14547	14564	14578	14588	14593	14595	14591
Axochiapan	30454	30303	30145	29982	29814	29640	29461	29277	29089	28896	28699	28498	28291	28080	27863	27642	27415
Ayala	70179	69946	69699	69438	69163	68875	68575	68264	67943	67611	67267	66912	66547	66170	65780	65377	64961
Coatlán el Río	7629	7457	7291	7130	6975	6827	6684	6546	6414	6287	6164	6046	5933	5824	5719	5618	5520
Cuautla	167106	168540	169925	171262	172550	173789	174981	176127	177226	178278	179277	180226	181124	181969	182752	183476	184137
Cuernavaca	362300	364961	367511	369958	372303	374541	376675	378712	380648	382485	384209	385829	387337	388734	390007	391155	392170
E. Zapata	78704	81262	83811	86353	88884	91405	93914	96409	98891	101358	103806	106233	108640	111022	113375	115697	117984
Huitzila	15291	15404	15513	15619	15723	15824	15921	16014	16104	16191	16274	16353	16429	16501	16568	16631	16688
Janteteco	13911	13884	13854	13821	13786	13748	13707	13663	13617	13569	13518	13464	13408	13349	13287	13222	13154
Jiutepec	190270	192420	194512	196553	198537	200465	202336	204155	205918	207623	209266	210851	212371	213828	215214	216524	217759
Jojutla	50196	49648	49098	48549	48000	47452	46903	46356	45810	45265	44721	44178	43636	43094	42552	42010	41466
Jonaca-tepec	13696	13671	13642	13611	13578	13541	13501	13459	13415	13368	13318	13266	13211	13153	13093	13030	12964
Mazatepec	8583	8495	8407	8317	8226	8136	8044	7952	7860	7767	7674	7580	7487	7393	7298	7203	7107
Miacatlán	22276	22072	21865	21656	21447	21236	21023	20809	20594	20377	20160	19941	19722	19502	19279	19055	18829
Ocuituco	15632	15646	15657	15665	15670	15673	15672	15670	15665	15657	15646	15631	15614	15594	15570	15543	15512
Puente de Ixtla	59091	59639	60173	60693	61200	61693	62171	62636	63088	63525	63946	64351	64741	65114	65468	65802	66115
Temixco	104120	105359	106569	107752	108907	110035	111135	112209	113256	114276	115265	116223	117150	118044	118901	119720	120500
Tepalcingo	22453	22152	21852	21552	21253	20955	20657	20361	20067	19773	19482	19192	18903	18616	18329	18043	17758

Tepoztlán	39 361	40 188	41 011	41 829	42 642	43 449	44 250	45 046	45 836	46 619	47 392	48 156	48 912	49 658	50 390	51 110	51 815
Tetecalá	6 232	6 140	6 049	5 958	5 867	5 776	5 687	5 598	5 509	5 421	5 334	5 247	5 162	5 077	4 991	4 906	4 822
Tetela del Volcán	18 179	18 376	18 570	18 760	18 947	19 130	19 310	19 486	19 658	19 828	19 994	20 156	20 313	20 466	20 613	20 755	20 891
Tlalnepantla	5 919	5 955	5 990	6 024	6 057	6 089	6 120	6 150	6 180	6 208	6 235	6 261	6 285	6 307	6 329	6 349	6 367
Tlaltizapán	44 870	44 724	44 566	44 401	44 227	44 043	43 852	43 652	43 445	43 231	43 008	42 777	42 539	42 293	42 037	41 772	41 498
Tlaquiltenango	29 201	28 963	28 720	28 474	28 226	27 975	27 722	27 467	27 210	26 952	26 691	26 427	26 162	25 894	25 624	25 350	25 075
Tlayacapan	15 373	15 575	15 774	15 970	16 164	16 355	16 544	16 730	16 913	17 092	17 268	17 440	17 608	17 773	17 932	18 087	18 237
Totolapan	11 168	11 458	11 748	12 036	12 322	12 606	12 888	13 168	13 446	13 723	13 997	14 268	14 536	14 801	15 062	15 318	15 570
Xochitepec	60 359	62 185	64 005	65 818	67 621	69 415	71 200	72 975	74 738	76 490	78 226	79 948	81 653	83 341	85 005	86 648	88 264
Yautepéc	86 581	86 970	87 335	87 679	88 001	88 302	88 582	88 841	89 080	89 299	89 496	89 670	89 823	89 952	90 054	90 132	90 182
Yecapixtla	42 353	42 941	43 520	44 090	44 650	45 201	45 743	46 275	46 798	47 311	47 812	48 302	48 781	49 247	49 698	50 135	50 556
Zacatepec de Hidalgo	33 906	33 881	33 845	33 802	33 750	33 689	33 620	33 544	33 461	33 371	33 272	33 166	33 053	32 932	32 802	32 664	32 517
Zacualpan	7 842	7 779	7 715	7 650	7 584	7 518	7 452	7 385	7 318	7 250	7 182	7 114	7 046	6 976	6 907	6 837	6 767
Temoc	12 828	12 895	12 958	13 019	13 076	13 131	13 184	13 234	13 282	13 327	13 368	13 407	13 443	13 476	13 505	13 531	13 552

Tabla 2. Cantidad de RSU generados por localidad y región (ton/día).

Zona o Región	Municipio	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Zona Conurbada de Cuernavaca	Cuernavaca	553,03	558,57	564,15	569,79	575,49	581,24	587,06	592,93	598,86	604,85	610,89	617,00	623,17	629,41	635,70	642,06	648,48
	Emiliano Zapata	79,92	80,72	81,53	82,34	83,17	84,00	84,84	85,69	86,54	87,41	88,28	89,16	90,06	90,96	91,87	92,79	93,71
	Jiutepec	279,26	282,06	284,88	287,73	290,60	293,51	296,44	299,41	302,40	305,43	308,48	311,56	314,68	317,83	321,01	324,22	327,46
	Temixco	114,07	115,22	116,37	117,53	118,71	119,89	121,09	122,30	123,53	124,76	126,01	127,27	128,54	129,83	131,13	132,44	133,76
	Xochitepec	59,	60,	61,	61,	62,	63,	63,	64,	64,	65,	66,	66,	67,	68,	68,	69,	70,

Zona o Región	Municipio	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
		96	56	17	78	40	02	65	29	93	58	24	90	57	24	93	62	31
	Total regional	108,6	109,1	110,8	111,9	113,0	114,6	115,3	116,7	117,6	118,0	119,9	121,0	122,4	123,6	124,8	126,1	127,2
	Total Estatal	189,1	191,0	192,9	194,1	196,8	198,2	200,7	202,6	204,4	206,9	208,7	211,1	213,2	215,3	217,4	219,6	221,7
Región Nor Oriente	Atlatlahucan	8,97	9,06	9,15	9,24	9,33	9,43	9,52	9,62	9,71	9,81	9,91	10,01	10,11	10,21	10,31	10,41	10,52
	Ocuituco	7,87	7,95	8,03	8,11	8,19	8,27	8,35	8,44	8,52	8,61	8,69	8,78	8,87	8,96	9,05	9,14	9,23
	Tetela del Volcán	9,16	9,25	9,34	9,44	9,53	9,63	9,72	9,82	9,92	10,02	10,12	10,22	10,32	10,42	10,53	10,63	10,74
	Yecapixtla	26,80	27,07	27,34	27,61	27,89	28,17	28,45	28,73	29,02	29,31	29,60	29,90	30,20	30,50	30,81	31,11	31,43
	Total regional	52,80	53,33	53,86	54,40	54,94	55,49	56,05	56,61	57,17	57,75	58,32	58,91	59,50	60,09	60,69	61,30	61,91
	Total Estatal	189,1	191,0	192,9	194,1	196,8	198,2	200,7	202,6	204,4	206,9	208,7	211,1	213,2	215,3	217,4	219,6	221,7
		1,79	0,71	0,82	0,91	0,86	0,82	0,81	0,82	0,85	0,90	0,97	0,61	0,62	1,72	3,03	4,56	6,37
Región Poniente	Coatlán del Río	5,67	5,73	5,79	5,84	5,90	5,96	6,02	6,08	6,14	6,20	6,27	6,33	6,39	6,45	6,52	6,58	6,65
	Mazatepec	7,27	7,35	7,42	7,49	7,57	7,64	7,72	7,80	7,88	7,95	8,03	8,11	8,20	8,28	8,36	8,44	8,53
	Miacatlán	14,79	14,94	15,09	15,24	15,39	15,55	15,70	15,86	16,02	16,18	16,34	16,50	16,67	16,83	17,00	17,17	17,34
	Tetecala	4,76	4,81	4,86	4,91	4,96	5,01	5,06	5,11	5,16	5,21	5,26	5,31	5,37	5,42	5,48	5,53	5,59
	Total regional	32,50	32,83	33,15	33,49	33,82	34,16	34,50	34,84	35,19	35,55	35,90	36,26	36,62	36,99	37,36	37,73	38,11
	Total Estatal	189,1	191,0	192,9	194,1	196,8	198,2	200,7	202,6	204,4	206,9	208,7	211,1	213,2	215,3	217,4	219,6	221,7
		1,79	0,71	0,82	0,91	0,86	0,82	0,81	0,82	0,85	0,90	0,97	0,61	0,62	1,72	3,03	4,56	6,37
Región Centro Sur	Amacuzac	9,43	9,52	9,62	9,71	9,81	9,91	10,01	10,11	10,21	10,31	10,41	10,52	10,62	10,73	10,83	10,94	11,05
	Jojutla	36,91	37,28	37,65	38,03	38,41	38,79	39,18	39,57	39,97	40,36	40,77	41,18	41,59	42,00	42,42	42,85	43,28
	Puente de Ixtla	44,73	45,18	45,63	46,09	46,55	47,01	47,48	47,96	48,44	48,92	49,41	49,91	50,40	50,91	51,42	51,93	52,45
	Tlaltizapán	15,51	15,66	15,82	15,98	16,14	16,30	16,46	16,62	16,79	16,96	17,13	17,30	17,47	17,65	17,82	18,00	18,18
	Tlaquiltenango	22,85	23,08	23,31	23,54	23,78	24,02	24,26	24,50	24,74	24,99	25,24	25,49	25,75	26,01	26,27	26,53	26,79
	Zacatepec de Hidalgo	25,33	25,58	25,84	26,10	26,36	26,62	26,89	27,16	27,43	27,70	27,98	28,26	28,54	28,83	29,12	29,41	29,70
	Total regional	154,75	156,30	157,86	159,44	161,03	162,64	164,27	165,91	167,57	169,25	170,94	172,65	174,38	176,12	177,88	179,66	181,46
	Total Estatal	189,1	191,0	192,9	194,1	196,8	198,2	200,7	202,6	204,4	206,9	208,7	211,1	213,2	215,3	217,4	219,6	221,7
		1,79	0,71	0,82	0,91	0,86	0,82	0,81	0,82	0,85	0,90	0,97	0,61	0,62	1,72	3,03	4,56	6,37
Región Sur Oriente	Axochiapan	21,95	22,17	22,39	22,62	22,84	23,07	23,30	23,54	23,77	24,01	24,25	24,49	24,74	24,98	25,23	25,49	25,74
	Jantetelco	8,75	8,84	8,93	9,02	9,11	9,20	9,29	9,38	9,47	9,56	9,66	9,76	9,86	9,96	10,06	10,16	10,26
	Jonacatepec	7,23	7,30	7,38	7,45	7,53	7,60	7,68	7,75	7,83	7,91	7,99	8,07	8,15	8,23	8,31	8,40	8,48
	Temoac	6,57	6,64	6,70	6,77	6,84	6,90	6,97	7,04	7,11	7,18	7,26	7,33	7,40	7,48	7,55	7,63	7,70

Zona o Región	Municipio	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	Tepalcingo	17,47	17,65	17,83	18,00	18,18	18,37	18,55	18,73	18,92	19,11	19,30	19,50	19,69	19,89	20,09	20,29	20,49
	Zacualpan de Amilpas	4,00	4,04	4,08	4,12	4,16	4,20	4,24	4,29	4,33	4,37	4,42	4,46	4,51	4,55	4,60	4,64	4,69
	Total regional	65,98	66,64	67,31	67,98	68,66	69,35	70,04	70,74	71,45	72,16	72,88	73,61	74,35	75,09	75,84	76,60	77,37
	Total Estatal	189,17	191,07	192,98	194,91	196,86	198,82	200,81	202,82	204,85	206,90	208,97	211,06	213,17	215,30	217,45	219,63	221,82
Región de los Altos de Morelos	Tlalnepantla	3,56	3,60	3,63	3,67	3,71	3,74	3,78	3,82	3,86	3,90	3,94	3,97	4,01	4,05	4,10	4,14	4,18
	Tlayacapan	12,41	12,53	12,66	12,78	12,91	13,04	13,17	13,30	13,43	13,57	13,70	13,84	13,98	14,12	14,26	14,40	14,55
	Totolapan	8,20	8,28	8,37	8,45	8,54	8,62	8,71	8,79	8,88	8,97	9,06	9,15	9,24	9,33	9,43	9,52	9,62
	Total regional	24,17	24,41	24,66	24,90	25,15	25,40	25,66	25,92	26,17	26,44	26,70	26,97	27,24	27,51	27,78	28,06	28,34
	Total Estatal	189,17	191,07	192,98	194,91	196,86	198,82	200,81	202,82	204,85	206,90	208,97	211,06	213,17	215,30	217,45	219,63	221,82
Región Centro	Ayala	64,90	65,55	66,21	66,87	67,54	68,21	68,89	69,58	70,28	70,98	71,69	72,41	73,13	73,86	74,60	75,35	76,10
	Tepoztlán	47,00	47,47	47,94	48,42	48,91	49,39	49,89	50,39	50,89	51,40	51,91	52,43	52,96	53,49	54,02	54,56	55,11
	Yauhtepec	124,50	125,75	127,01	128,28	129,56	130,85	132,16	133,48	134,82	136,17	137,53	138,90	140,29	141,70	143,11	144,54	145,99
	Total regional	236,40	238,77	241,15	243,57	246,00	248,46	250,95	253,45	255,99	258,55	261,13	263,75	266,38	269,05	271,74	274,46	277,20
	Total Estatal	189,17	191,07	192,98	194,91	196,86	198,82	200,81	202,82	204,85	206,90	208,97	211,06	213,17	215,30	217,45	219,63	221,82
Otros municipios	Cuautla	226,67	228,93	231,22	233,53	235,87	238,23	240,61	243,02	245,45	247,90	250,38	252,88	255,41	257,97	260,55	263,15	265,78
	Huitzilac	12,26	12,39	12,51	12,64	12,76	12,89	13,02	13,15	13,28	13,41	13,55	13,68	13,82	13,96	14,10	14,24	14,38
	Total regional	238,93	241,32	243,73	246,17	248,63	251,12	253,63	256,17	258,73	261,31	263,93	266,57	269,23	271,93	274,64	277,39	280,16
	Total Estatal	189,17	191,07	192,98	194,91	196,86	198,82	200,81	202,82	204,85	206,90	208,97	211,06	213,17	215,30	217,45	219,63	221,82

Tabla 3. Composición de los RSU por región.

Región o Zona	Vidrio	Papel	Metal	Plástico	Orgánicos	No reciclables
Conurbada Cuernavaca ¹	3.8	9.1	2.2	14.2	55	15.6
Nororiente ²	5.8	10.6	3.5	19	38.7	22.3
Poniente ³	7.4	10.7	3.2	14.2	33.7	30.75
Centro Sur ⁴	3.4	9.5	1.3	14	48.5	23.3
Sur oriente ⁵	2.3	10.3	0.7	14.2	55	15.6
Altos de Morelos ⁶	2.7 - 5	4.7 - 8.18	1.6 - 3.4	3.6 - 5.6	47.6 - 56.4	26.6 - 37.1
Centro ⁷	3.9 - 5.2	8.4 - 9.9	2 - 4.5	4.6 - 7.3	29 - 44.8	32.5 - 46.4
Cuautla	2.98	11.34	3.03	8.86	55.70	18.09
Huitzilac ⁸	10.3	9.3	2.56	14.2	38.2	25.2

1. Estudios realizados por Thesis consulting, 2006.
 2. Estudios realizados por Incremi, 2001
 3. Estudios realizados por ETEISA ,2006
 4. Estudios realizados por ETEISA ,2006.
 5. Estudios realizados por ETEISA, 2006.
 6. Estudios realizados por IDS, 2009.
 7. Estudios realizados por IDS, 2009
 8. Huitzilac: Estudios realizados por Hidro Industrial Ingeniería Ambiental, 2008 y actualizada por IDS
- Cuautla: Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Cuautla, realizado por PIESA (En Proceso, 2009).

Cuernavaca (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	21,02	21,23	21,44	21,65	21,87
Papel	50,33	50,83	51,34	51,85	52,37
Metal	12,17	12,29	12,41	12,54	12,66
Plástico	78,53	79,32	80,11	80,91	81,72
Orgánicos	304,17	307,21	310,28	313,38	316,52
No reciclables	84,06	84,90	85,75	86,61	87,47
Emiliano Zapata (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	3,04	3,07	3,10	3,13	3,16
Papel	7,27	7,35	7,42	7,49	7,57
Metal	1,76	1,78	1,79	1,81	1,83
Plástico	11,35	11,46	11,58	11,69	11,81
Orgánicos	43,96	44,40	44,84	45,29	45,74
No reciclables	12,15	12,27	12,39	12,52	12,64
Jiutepec (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	10,61	10,72	10,83	10,93	11,04
Papel	25,41	25,67	25,92	26,18	26,44
Metal	6,14	6,21	6,27	6,33	6,39
Plástico	39,65	40,05	40,45	40,86	41,27
Orgánicos	153,59	155,13	156,68	158,25	159,83
No reciclables	42,45	42,87	43,30	43,73	44,17
Temixco (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	4,33	4,38	4,42	4,47	4,51
Papel	10,38	10,49	10,59	10,70	10,80
Metal	2,51	2,53	2,56	2,59	2,61
Plástico	16,20	16,36	16,52	16,69	16,86
Orgánicos	62,74	63,37	64,00	64,64	65,29
No reciclables	17,34	17,51	17,69	17,86	18,04
Xochitepec (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	2,28	3,51	4,53	2,10	1,44
Papel	5,46	6,42	6,48	5,87	6,43
Metal	1,32	2,12	1,96	0,80	0,44
Plástico	8,51	11,51	8,69	8,65	8,86
Orgánicos	32,98	23,44	20,61	29,96	34,32
No reciclables	9,11	13,50	18,81	14,39	9,73

Total Zona Conurbada de Cuernavaca (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	41,28	42,90	44,31	42,28	42,02
Papel	98,85	100,75	101,75	102,09	103,61
Metal	23,90	24,92	24,99	24,07	23,93
Plástico	154,25	158,70	157,35	158,80	160,51
Orgánicos	597,43	593,55	596,43	611,53	621,70
No reciclables	165,11	171,06	177,94	175,12	172,07

Tabla 4. Materiales potencialmente reciclables zona Conurbada de Cuernavaca.

Tabla 5. Materiales potencialmente reciclables Región Nor Oriente

Atlatlahucan (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54
Papel	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
Metal	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33
Plástico	1,70	1,72	1,74	1,76	1,77
Orgánicos	3,47	3,51	3,54	3,58	3,61
No reciclables	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08
Ocuituco (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48
Papel	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
Metal	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
Plástico	1,50	1,51	1,53	1,54	1,56
Orgánicos	3,05	3,08	3,11	3,14	3,17
No reciclables	1,76	1,77	1,79	1,81	1,83
Tetela del Volcán (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55
Papel	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01
Metal	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33
Plástico	1,74	1,76	1,77	1,79	1,81
Orgánicos	3,54	3,58	3,61	3,65	3,69
No reciclables	2,04	2,06	2,08	2,11	2,13
Yecapixtla (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,55	1,57	1,59	1,60	1,62
Papel	2,84	2,87	2,90	2,93	2,96
Metal	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
Plástico	5,09	5,14	5,19	5,25	5,30
Orgánicos	10,37	10,48	10,58	10,69	10,79
No reciclables	5,98	6,04	6,10	6,16	6,22
Total Región Nor Oriente (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	3,06	3,09	3,12	3,16	3,19
Papel	5,60	5,65	5,71	5,77	5,82
Metal	1,85	1,87	1,89	1,90	1,92
Plástico	10,03	10,13	10,23	10,34	10,44
Orgánicos	20,43	20,64	20,84	21,05	21,26
No reciclables	11,77	11,89	12,01	12,13	12,25

Tabla 6. Materiales potencialmente reciclables Región Poniente

Coatlán del Río(ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44
Papel	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63
Metal	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19
Plástico	0,81	0,81	0,82	0,83	0,84
Orgánicos	1,91	1,93	1,95	1,97	1,99
No reciclables	1,74	1,76	1,78	1,80	1,81
Mazatepec (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56
Papel	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80
Metal	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24
Plástico	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07
Orgánicos	2,45	2,48	2,50	2,52	2,55
No reciclables	2,24	2,26	2,28	2,30	2,33
Miacatlán (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,09	1,11	1,12	1,13	1,14
Papel	1,57	1,58	1,60	1,62	1,63
Metal	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49
Plástico	2,10	2,12	2,14	2,16	2,19
Orgánicos	4,98	5,03	5,09	5,14	5,19
No reciclables	4,55	4,59	4,64	4,69	4,73
Tetecala (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37
Papel	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53
Metal	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
Plástico	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70
Orgánicos	1,60	1,62	1,64	1,65	1,67
No reciclables	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53
Total Región Poniente (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	2,40	2,43	2,45	2,48	2,50
Papel	3,44	3,48	3,51	3,55	3,58
Metal	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
Plástico	4,61	4,66	4,71	4,75	4,80
Orgánicos	10,95	11,06	11,17	11,28	11,40
No reciclables	9,99	10,10	10,20	10,30	10,40

Tabla 7. Materiales potencialmente reciclables Región Centro Sur.

Amacuzac (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33
Papel	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93
Metal	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
Plástico	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37
Orgánicos	4,57	4,62	4,67	4,71	4,76
No reciclables	2,20	2,22	2,24	2,26	2,29
Jojutla (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013

Vidrio	1,25	1,27	1,28	1,29	1,31
Papel	3,51	3,54	3,58	3,61	3,65
Metal	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50
Plástico	5,17	5,22	5,27	5,32	5,38
Orgánicos	17,90	18,08	18,26	18,44	18,63
No reciclables	8,60	8,69	8,77	8,86	8,95
Puente de Ixtla (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,52	1,54	1,55	1,57	1,58
Papel	4,25	4,29	4,33	4,38	4,42
Metal	0,58	0,59	0,59	0,60	0,61
Plástico	6,26	6,33	6,39	6,45	6,52
Orgánicos	21,69	21,91	22,13	22,35	22,58
No reciclables	10,42	10,53	10,63	10,74	10,85
Tlaltizapán (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55
Papel	1,47	1,49	1,50	1,52	1,53
Metal	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21
Plástico	2,17	2,19	2,21	2,24	2,26
Orgánicos	7,52	7,60	7,67	7,75	7,83
No reciclables	3,61	3,65	3,69	3,72	3,76
Tlaquitenango (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81
Papel	2,17	2,19	2,21	2,24	2,26
Metal	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31
Plástico	3,20	3,23	3,26	3,30	3,33
Orgánicos	11,08	11,19	11,31	11,42	11,53
No reciclables	5,32	5,38	5,43	5,48	5,54
Zacatepec de Hidalgo (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
Papel	2,41	2,43	2,45	2,48	2,50
Metal	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
Plástico	3,55	3,58	3,62	3,65	3,69
Orgánicos	12,29	12,41	12,53	12,66	12,78
No reciclables	5,90	5,96	6,02	6,08	6,14
Total Región Centro Sur (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	5,26	5,31	5,37	5,42	5,48
Papel	14,70	14,85	15,00	15,15	15,30
Metal	2,01	2,03	2,05	2,07	2,09
Plástico	21,67	21,88	22,10	22,32	22,55
Orgánicos	75,06	75,81	76,57	77,33	78,11
No reciclables	36,06	36,42	36,78	37,15	37,52

Tabla 8. Materiales potencialmente reciclables Región Sur Oriente.

Axochiapan (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53
Papel	2,26	2,28	2,31	2,33	2,35
Metal	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16

Plástico	3,12	3,15	3,18	3,21	3,24
Orgánicos	12,07	12,19	12,31	12,44	12,56
No reciclables	3,42	3,46	3,49	3,53	3,56
Jantetelco (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21
Papel	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
Metal	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Plástico	1,24	1,26	1,27	1,28	1,29
Orgánicos	4,81	4,86	4,91	4,96	5,01
No reciclables	1,37	1,38	1,39	1,41	1,42
Jonacatepec (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Papel	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78
Metal	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Plástico	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07
Orgánicos	3,98	4,02	4,06	4,10	4,14
No reciclables	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17
Temoac (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
Papel	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70
Metal	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Plástico	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
Orgánicos	3,61	3,65	3,69	3,72	3,76
No reciclables	1,02	1,04	1,05	1,06	1,07
Tepalcingo (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42
Papel	1,80	1,82	1,84	1,85	1,87
Metal	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
Plástico	2,48	2,51	2,53	2,56	2,58
Orgánicos	9,61	9,71	9,81	9,90	10,00
No reciclables	2,73	2,75	2,78	2,81	2,84
Zacualpan de Amilpas (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
Papel	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43
Metal	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Plástico	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59
Orgánicos	2,20	2,22	2,24	2,27	2,29
No reciclables	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65
Total Región Sur Oriente (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,52	1,53	1,55	1,56	1,58
Papel	6,79	6,86	6,93	7,00	7,07
Metal	0,46	0,47	0,47	0,48	0,48
Plástico	9,37	9,46	9,56	9,65	9,75
Orgánicos	36,28	36,65	37,02	37,39	37,76
No reciclables	10,29	10,40	10,50	10,60	10,71

Tabla 9. Materiales potencialmente reciclables Región Altos de Morelos.

Tlalnepantla (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Papel	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
Metal	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Plástico	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
Orgánicos	1,85	1,87	1,89	1,91	1,93
No reciclables	1,13	1,15	1,16	1,17	1,18
Tlayacapan (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50
Papel	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83
Metal	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32
Plástico	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59
Orgánicos	6,45	6,52	6,58	6,65	6,71
No reciclables	3,95	3,99	4,03	4,07	4,11
Totolapan (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33
Papel	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55
Metal	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Plástico	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39
Orgánicos	4,26	4,31	4,35	4,39	4,44
No reciclables	2,61	2,64	2,67	2,69	2,72
Total región Altos de Morelos (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
Papel	1,56	1,57	1,59	1,60	1,62
Metal	0,60	0,61	0,62	0,62	0,63
Plástico	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16
Orgánicos	12,57	12,69	12,82	12,95	13,08
No reciclables	7,70	7,77	7,85	7,93	8,01

Tabla 10. Materiales potencialmente reciclables Región Centro.

Ayala (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	2,95	2,98	3,01	3,04	3,07
Papel	5,94	6,00	6,06	6,12	6,18
Metal	2,11	2,13	2,15	2,17	2,20
Plástico	3,86	3,90	3,94	3,98	4,02
Orgánicos	23,95	24,19	24,43	24,68	24,92
No reciclables	25,60	25,86	26,12	26,38	26,64
Tepoztlán (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	2,14	2,16	2,18	2,20	2,23
Papel	4,30	4,34	4,39	4,43	4,48
Metal	1,53	1,54	1,56	1,57	1,59
Plástico	2,80	2,82	2,85	2,88	2,91
Orgánicos	17,34	17,52	17,69	17,87	18,05
No reciclables	18,54	18,73	18,91	19,10	19,29

Yautepec (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	5,66	5,72	5,78	5,84	5,89
Papel	11,39	11,51	11,62	11,74	11,85
Metal	4,05	4,09	4,13	4,17	4,21
Plástico	7,41	7,48	7,56	7,63	7,71
Orgánicos	45,94	46,40	46,87	47,34	47,81
No reciclables	49,12	49,61	50,11	50,61	51,11
Total Región Centro (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	10,76	10,86	10,97	11,08	11,19
Papel	21,63	21,85	22,07	22,29	22,51
Metal	7,68	7,76	7,84	7,92	8,00
Plástico	14,07	14,21	14,35	14,49	14,64
Orgánicos	87,23	88,11	88,99	89,88	90,78
No reciclables	93,26	94,19	95,14	96,09	97,05

Tabla 11. Materiales potencialmente reciclables Cuautla y Huitzilac.

Cuautla (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	8,61	8,70	8,79	8,87	8,96
Papel	20,63	20,83	21,04	21,25	21,46
Metal	4,99	5,04	5,09	5,14	5,19
Plástico	32,19	32,51	32,83	33,16	33,49
Orgánicos	124,67	125,91	127,17	128,44	129,73
No reciclables	34,45	34,80	35,15	35,50	35,85
Huitzilac (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,26	1,28	1,29	1,30	1,31
Papel	1,14	1,15	1,16	1,18	1,19
Metal	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33
Plástico	1,74	1,76	1,78	1,79	1,81
Orgánicos	4,68	4,73	4,78	4,83	4,87
No reciclables	3,09	3,12	3,15	3,19	3,22
Total Municipios Cuautla y Huitzilac (ton/día)					
Material	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	9,88	9,98	10,07	10,18	10,28
Papel	21,77	21,98	22,20	22,43	22,65
Metal	5,30	5,35	5,41	5,46	5,52
Plástico	33,93	34,27	34,61	34,96	35,31
Orgánicos	129,35	130,64	131,95	133,27	134,60
No reciclables	37,54	37,92	38,30	38,68	39,07

ANÁLISIS DE MERCADO POTENCIAL DE SUBPRODUCTOS ANEXO C

1.- Origen de los Subproductos

El objetivo general del Estudio de Mercado de Subproductos, es el de determinar la oferta y demanda de los subproductos contenidos en los residuos sólidos urbanos generados en las fuentes localizadas en el Estado de Morelos.

Los subproductos que son sujetos a un proceso de reciclaje tienen varios orígenes, pero los más importantes son los siguientes:

- Subproductos post industrial
- Fuentes de generación
- Vehículo de recolección
- Planta de separación y aprovechamiento
- Sitios de disposición final

Los subproductos de origen post industrial son aquellos que son generados en procesos industriales y por lo regular son de alta calidad por la limpieza del producto, son altamente valorados en el mercado del reciclaje porque pasa directamente a los procesos de reciclo.

Algunos de los subproductos que se generan en las diferentes fuentes de generación, son vendidos directamente por los habitantes o comercios o instalaciones de servicios a los acopiadores, este tipo de subproductos también son de alta calidad, por lo que el mercado del reciclaje los acepta de buena manera.

Los subproductos obtenidos de las otras tres fuentes tienen una calidad menor ya que al recolectarse revueltos, los materiales se ensucian y pierden un poco de valor y por otra parte no todos están disponibles por factores e índices de recuperación, sin embargo también tienen demanda en el mercado del reciclaje.

Un factor importante para estos últimos residuos es cuando se establece una recolección selectiva, en este caso los subproductos mantienen una mayor calidad y precio lo que beneficia a las cantidades de subproductos que son aprovechadas.

Clasificación del papel

El papel reciclable se clasifica en varios grupos, los cuales deben ser separados entre sí y no mezclarlos con materiales contaminantes para poder ser reciclados:

a) Papeles reciclables blancos:

- ☐ Papel bond impreso
- ☐ Formas de computadora

b) Papeles reciclables mixtos

- ☐ Papel de colores
- ☐ Cartoncillo
- ☐ Papel impreso en láser
- ☐ Revistas
- ☐ Folletos
- ☐ Periódicos

c) Materiales contaminantes

- ☐ Papel carbón
- ☐ Papel autocopia
- ☐ Papel celofán
- ☐ Papel glassine
- ☐ Pañuelos desechables
- ☐ Cintas adhesivas
- ☐ Pegamentos
- ☐ Plásticos
- ☐ Papeles engomados del tipo "post it"

- ☐ Objetos metálicos (clips, grapas, broches)
- ☐ Poliestireno expandido (Unicel)
- ☐ Alimentos

Clasificación del cartón

El cartón se clasifica en:

a) Rígidos

b) Flexibles

a) Rígidos

☐ Cajas de montaje rígidas

☐ Cajas de cartón plegables

☐ botes, tubos de fibra

* Tubos y botes de cartón enrollado en espiral

* Tubos y botes de bulto.

* Botes laminados o de solapa y costura

b) Flexibles

☐ Cajas de cartón combinadas

☐ Bolsas de papel.

☐ Sacos de papel.

ESPECIFICACIONES PARA EL RECICLAJE DE PAPEL Y CARTÓN

El papel y cartón recuperado en los Estados Unidos de Norte América necesita cumplir con ciertas especificaciones según su calidad para poder reutilizarlo.

El vidrio que en México comúnmente se recolecta para reciclaje es el siguiente:

☐ Verde

☐ Ambar/café

☐ Cristalino (transparente)

Características de vidrio para reciclar

Botellas y recipientes de vidrio.- Los fabricantes prefieren incluir vidrio triturado junto con materias (arena, ceniza de soda y cal) debido a que se pueden reducir las temperaturas de los hornos significativamente. La desventaja de utilizar vidrio usado triturado reside en que casi siempre contiene contaminantes que pueden alterar el color o la calidad del producto; siempre es mejor utilizar vidrio triturado propio, procedente de productos rotos o defectuosos, porque es de una composición conocida y libre de contaminantes.

Fibra de vidrio.- La industria de fibra de vidrio utiliza vidrio triturado como parte integral del proceso de fabricación, pero como las especificaciones son muy estrictas, la mayor parte de vidrio triturado procede de operaciones propias o de otros fabricantes de vidrio.

Otros usos.- El vidrio no seleccionado por el color es aceptable para la fabricación de glasphat y materiales de construcción, azulejos y hormigón espumado. Para utilizar este vidrio debe estar libre de contaminantes tales como metales ferrosos, aluminio y papel.

2.- Disponibilidad de Subproductos

Para lograr la estimación de la oferta de subproductos por parte de las ocho regiones en que se dividió al Estado, se realizó una serie de cálculos con base a la

composición de los subproductos contenidos en los residuos urbanos⁶ provenientes de fuentes domiciliarias, con ello y la generación total de residuos y sus proyecciones se calculó las cantidades disponibles de los materiales reciclables con gran demanda en el mercado.

De los datos e información proporcionados por la CEAMA de diagnósticos realizados por diferentes empresas en el Estado, se llevó a cabo un análisis para la clasificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domiciliarios. De lo antes mencionado se obtuvieron los resultados promedio que se presentan en la tabla 1.

Los subproductos obtenidos de fuentes que no participan en programas de separación tienen una calidad menor ya que al recolectarse revueltos, los materiales se ensucian y pierden un poco de valor, y por otra parte no todos están disponibles por factores e índices de recuperación, sin embargo también tienen demanda en el mercado del reciclaje. Para este caso se aplicarán los factores de recuperación mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Subproductos Comercializables de los RS de Origen Domiciliario (% en peso)

Región o Zona	Vidrio	Papel	Metal	Plástico	Orgánicos	No reciclables
Conurbada Cuernavaca ¹	3.8	9.1	2.2	14.2	55	15.6
Nororiente ²	5.8	10.6	3.5	19	38.7	22.3
Poniente ³	7.4	10.7	3.2	14.2	33.7	30.75
Centro Sur ⁴	3.4	9.5	1.3	14	48.5	23.3
Sur oriente ⁵	2.3	10.3	0.7	14.2	55	15.6
Altos de Morelos ⁶	2.7 - 5	4.7 - 8.18	1.6 - 3.4	3.6 - 5.6	47.6 - 56.4	26.6 - 37.1
Centro ⁷	3.9 – 5.2	8.4 – 9.9	2 - 4.5	4.6 – 7.3	29 – 44.8	32.5 – 46.4
Cuatla	2.98	11.34	3.03	8.86	55.70	18.09
Huitzilac ⁸	10.3	9.3	2.56	14.2	38.2	25.2
Porcentaje de Recuperación ⁹	50%	70%	93%	70%	-	-

1.- Estudios realizados por Thesis consulting, 2006.

2.- Estudios realizados por Incremi, 2009

3.- Estudios realizados por ETEISA ,2006

4.- Estudios realizados por ETEISA ,2006.

5.- Estudios realizados por ETEISA, 2006.

6.- Estudios realizados por IDS, 2009.

7.- Estudios realizados por IDS, 2009

8.- Huitzilac: Estudios realizados por Hidro Industrial Ingeniería Ambiental, 2008 y actualizada por IDS

Cuatla: Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Cuatla, realizado por PIESA, 2009.

9.- El porcentaje de recuperación se basa en un estudio realizado por PROCESA en 1984 utilizando bandas de selección.

Para lograr la estimación de la oferta de subproductos de las diferentes regiones, se realizaron una serie de cálculos con base a la composición de los subproductos

⁶ Los datos de composición se obtuvieron de los diagnósticos y de los estudios de generación y composición realizados para la CEAMA por diferentes empresas desde el año 2006 hasta el año 2009, por lo que es posible que los resultados aquí obtenidos varíen con la realidad actual debido a la antigüedad de la información.

contenidos en los residuos domiciliarios, con ello y la generación total de residuos. De sus proyecciones se calcularon las cantidades disponibles de los materiales reciclables con mayor demanda en el mercado, tal y como se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Proyección de la recuperación de materiales reciclables.

Total Zona Conurbada de Cuernavaca (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	20,64	21,45	22,15	21,14	21,01
Papel	69,19	70,52	71,23	71,46	72,53
Metal	22,22	23,18	23,24	22,38	22,26
Plástico	38,02	38,40	38,78	39,17	39,56
Total Región Nor Oriente (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,53	1,55	1,56	1,58	1,59
Papel	3,92	3,96	4,00	4,04	4,08
Metal	1,72	1,74	1,75	1,77	1,79
Plástico	1,85	1,87	1,89	1,90	1,92
Total Región Poniente (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	1,20	1,21	1,23	1,24	1,25
Papel	2,41	2,44	2,46	2,48	2,51
Metal	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01
Plástico	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18
Total Región Centro sur (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	2,63	2,66	2,68	2,71	2,74
Papel	10,29	10,39	10,50	10,60	10,71
Metal	1,87	1,89	1,91	1,93	1,95
Plástico	5,42	5,47	5,53	5,58	5,64
Total Región Sur Oriente					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79
Papel	4,76	4,80	4,85	4,90	4,95
Metal	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45
Plástico	2,31	2,33	2,36	2,38	2,40

NOTA: Se consideraron los porcentajes de recuperación de la tabla 1.

Tabla 3. Proyección de la recuperación de materiales reciclables.

Total región Altos de Morelos (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013

Vidrio	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48
Papel	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13
Metal	0,56	0,57	0,57	0,58	0,58
Plástico*	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81
Total región centro (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	5,38	5,43	5,49	5,54	5,60
Papel	15,14	15,29	15,45	15,60	15,76
Metal	7,15	7,22	7,29	7,36	7,44
Plástico	9,85	9,94	10,04	10,14	10,25
Cauhtla (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	4,31	4,35	4,39	4,44	4,48
Papel	14,44	14,58	14,73	14,88	15,02
Metal	4,64	4,68	4,73	4,78	4,83
Plástico	7,93	8,01	8,09	8,17	8,26
Huitzilac (ton/día)					
Subproducto	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66
Papel	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83
Metal	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30
Plástico	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45

NOTA: Se consideraron los porcentajes de recuperación de la tabla 1.

3.- Centros de Acopio

Dentro del Estado existen dos corrientes principales donde se realiza la selección de los subproductos: la formal y la no formal. La primera es cuando la separación y selección es promovida por los municipios por medio de programas de separación de residuos desde la fuente y con centros de acopio (y a veces de separación) municipales. En estos sitios también se acondicionan los materiales para su posterior venta.

La no formal es aquella en donde la separación se realiza por medio de la prepepena y la pepena. La prepepena se realiza en los camiones recolectores en donde generalmente los ayudantes realizan la separación de cartón, papel, PET y metales para su posterior venta. La pepena se presenta en la mayoría de los sitios de disposición (tiraderos a cielo abierto o tiraderos controlados) en donde grupos de personas, o familias, realizan la segregación de los residuos para obtener los materiales de mayor valor comercial.

Los principales materiales que se separan son los de mayor valor en los centros de acopio tales como vidrio, metales, PET y cartón. A continuación se enlistan los centros de acopio detectados en el Estado de Morelos.

Tabla 4. Centros de Acopio de Subproductos en el Estado

PROPIETARIO	SUBPRODUCTOS QUE RECIBEN	DOMICILIO	TELEFONO Y HORARIO
García Reyes, Juan "Grupo Trujillo"	Compra venta de cartón, periódico y metales (aluminio, cobre, bronce)	Libertad #102-B, Col. Carolina	313-13-52
Calvillo Morales, Arnulfo "El Porvenir"	Compra venta de metales: lámina, cobre, etc.	Carretera Federal a Tepoztlán Km. 3.2, Ocotepc	320-92-08

PROPIETARIO	SUBPRODUCTOS QUE RECIBEN	DOMICILIO	TELEFONO Y HORARIO
Gómez Díaz María Luisa, "El Nuevo Amanecer"	Compra venta de desperdicios industriales, metales, lámina, cobre, fierro colado, refrigeradores, lavadoras, calentadores, etc.	Av. Universidad #157, Col. Lienzo Charro	
Pérez Lascano María Virginia, "El Primo"	Compra venta de cartón, revistas, periódico, metales, aluminio.	J.H. Preciado #302, Ocoteppec (casi enfrente del panteón)	382-08-02
Flores Quintana Virginia, RECICLAJE INDUSTRIAL FLORES	Compra venta de papel, cartón, revistas, periódico, metales, aluminio, PET, bolsas de polietileno, envases de PEAD.	Calle 10 de enero s/n, local 5, Col Estrada Cajigal (a un costado del Parque Alameda	322-64-38
Guerrero Robledo María Florencia, "Guadalupe"	Compra venta de desperdicios industriales y fierro viejo	Jacarandas # 8, Col. Satélite	315-15-53
Zaldivar Lagunas Elsa, "Arturo"	Compra venta de láminas, tinacos, desperdicios	Plan de Ayala #2120 Col. Satélite	
DICSA	Cartón, periódico, PET, aluminio	Carr. Cuernavaca Cuautla Km. 13.8, Col. Progreso	320-12-78/ 320-09-91
Biól. Juan Ortiz Cobos "ECOGANA"	Compra de PET, plásticos #2, 4 y 5, latas de hojalata, aluminio, papel, cartón, tetra pak	Calle 5 de Mayo esq. Calle 11 Col. Otilio Montaña, CIVAC	320-90-27/ 319-45-13
Sra. Celia Guadarrama, "Centro de Acopio Texalpan"	Recibe PET, plásticos #2, latas de hojalata, aluminio, metales ferrosos, papel, cartón, vidrio	Lauro Ortega s/n Tejalpa, Jiutepec	320-49-14 Lun a vier. 9:00 a.m. a 4:00 p.m.
Virginia Vázquez, "Nuestra Tierra" vicky.vaz@hotmail.com	Recibe PET, plásticos #2, 4 y 5, latas de hojalata y aluminio, papel, cartón, vidrio, pilas venta de composteras y separadores	Piñanonas #19, Col. Jacarandas	322-38-97
Ing. Rosa María Brito Nájera, "RECOLOREA MORELOS" recoloreamorelos@hotmail.com	Compra de PET, plásticos #2, 4 y 5, latas de hojalata, aluminio, papel, cartón, tetra pak, vidrio	Calle Piru #27, Col. Pedregal Las Fuentes	319-10-19/ 044-777-192-80-93
"KEPARKE", Victoria Pando,	Centro de acopio de PET, plásticos #2, 4 y 5, Latas de hojalata y aluminio, papel, cartón, revistas, tetra pak, vidrio, pilas.	Calle Laurel #104, Col. Buenavista (frente al Montessori de la Montaña)	3-13-91-83 (sólo tardes) lun. a vier. de 4:00 a 7:00 p.m.
Luna Rangel María Alejandra	Compra venta de desperdicios industriales	Av. Universidad s/n, Col. Loma Bonita	-
Alanís Ortiz Valente, "El Pulpo"	Compra venta de desperdicios industriales	J.H. Preciado #100, Ocoteppec	-
Gutiérrez Ramírez María Cristina	Compra venta de desperdicios industriales	Carretera Federal México Cuernavaca Km. 69.5, Santa María Ahuacatitlán	-
Blancas Ríos Luis Enrique, "Sin Fin de Oro"	Compra venta de desperdicios industriales	Narcizo Mendoza #194, Santa María Ahuacatitlán	-
Todipak S.A. de C.V.	Compra venta y transformación del cartón	Castillo de Chapultepec #23, Col. Revolución	320-48-66
Pérez Cortez Jaime	Compra venta de papel, metales y desperdicios industriales	Sor Juana Inés de la Cruz #201, Col. Altavista	-
García Reyes, José Faustino "Amilcar"	Compra venta de desperdicios industriales	Sor Juana Inés de la Cruz s/n local C, Col. Altavista	-
Hernández Tamayo Beatriz	Compra venta de desperdicios industriales	Azucena #32, Col. Estrada Cajigal	-
Centro de acopio de pet y pilas, Dirección de Ecología	Acopio de envases de agua y refrescos (PET) y pilas agotadas	Paseo Cuauhnáhuac s/n Km. 3.5, interior Parque Alameda Solidaridad	316-52-59

PROPIETARIO	SUBPRODUCTOS QUE RECIBEN	DOMICILIO	TELEFONO Y HORARIO
Jaciel González Beatriz, "Alta Tensión"	Compra venta de chatarra, aluminio, bronce	Ramón #13, Col. Fracc. Alegría	315-46-70/ 322-90-15
BADIM, Basura y desperdicios Industriales de Morelos, S.A. de C.V.	Servicio de recolección de basura, compra-venta de chatarra, metales, cartón, papel aluminio, plásticos PET y HDPE, etc.	Calle 4 Este Lote 8 Esq. 46 Nte., CIVAC, Jiutepec	319-12-75/ 321-55-28
Desperdicios Industriales Román	Compra venta de cartón, papel, metales, fierro, desperdicios industriales	Paseo de Tulipanes #2, Col. Bugambilias, Jiutepec	320-45-50
Bodegas de Morelos, S.A. de C.V.	Compra venta de papel, cartón, plástico, metales y desperdicios industriales	21 Este #205-C, CIVAC, Jiutepec	321-77-10
Desperdicios Industriales CIVAC	Compra venta de fierro y metales	Cuauhnáhuac 1812, Col. Tirianes, Jiutepec	319-22-61
Desperdicios Industriales Segura	Compra venta de desperdicios industriales, cartón, metales, plásticos y chatarra	P. Margaritas #4, Amp. Bugambilias, Jiutepec	320-15-13

Fuente: Red de comunicación de Morelos, 2009.

Tabla 5. Centros de Acopio de Subproductos en el Estado

Vicente Guerrero	-	Calle Nardo esq. Jazmín s/n, Col. Satélite	315-94-27
Antonio Barona	Acopio de plásticos (PET, polietileno de alta y baja densidad, papel, cartón, tetra pak, metales, hojalata, aluminio, excepto vidrio y bolsas de papitas	Otilio Montaña #44, Col. Antonio Barona	316-82-23
Emiliano Zapata	-	Av. Emiliano Zapata #401, Col. Tlaltenango	317-74-76
Lázaro Cárdenas	-	Av. Morelos Sur #75, Col. Chipitlán	310-03-46
Plutarco E. Calles	-	Av. Otilio Montaña Esq. Priv. O. Montaña, Col. Altavista	311-17-64
Benito Juárez	-	Av. Adolfo López Mateos #201, Col. Centro	314-39-94
Miguel Hidalgo	-	Av. Sonora s/n Col. De los Jilgueros	3-16-34-43
Mariano Matamoros	-	Av. Mariano Matamoros, Col. Lagunilla	102-47-32
Panteón Jardines La Paz	-	Calle 10 de abril s/n, Col. Chipitlán	318-99-48

Fuente: Red de comunicación de Morelos, 2009.

Tabla 6. Centros de Acopio de la Sociedad Civil en el Estado

Padre Gregorio Tlapacoyotl, Centro Comunitario Infantil Encuentro (cera, velas veladoras, cirios)	Av. Mariano Matamoros s/n, Col. Lagunilla (a un costado del mercado)	102-46-44
La Asociación Mexicana de Ayuda a Niños con Cáncer (AMANC Morelos) recibe cartuchos de tinta y toner agotados de impresoras. El acopio de estos residuos es en beneficio de niños con	Guelatao #107, Col. Las Palmas.	Tel. 312-49-04

cáncer.		
Las Misioneras Cruzadas de la Iglesia reciben bolsas metalizadas de todo tipo de frituras para elaborar bolsas de vestir tejidas con ese material.	Loma Tzompantle s/n, La Tranca (arriba de Rancho Tetela),	311-30-57
Feder's Glass Factory recibe vidrio blanco (transparente), el cual reciclan para elaborar piezas artísticas.	Calle Victoria No. 8, Col. Lomas de Cortés.	101-83-71.
Envases de plástico no reciclable: danoninos, yakult, yogurt individual, charolas del globo, popotes, plástico #6 y cartón, tubos de papel del baño, tetrapaks, etc. son recibidos limpios y separados en el Taller Infantil del Parque Ecológico Chapultepec y en el Centro Cultural Infantil "La Vecindad".		
Centro de Acopio de Pilas en Cuernavaca "Ponte las Pilas A.C.".	Paseo de la Reforma 131 Lomas de Cuernavaca	777-224 74 74

Los precios de compra de los materiales separados en los centros de acopio mencionados anteriormente, son los que se muestran en la tabla 7, a continuación.

Tabla 7. Precio de compra en los centros de acopio de los subproductos.

Material	Precio de compra (\$/ton)
Cartón	400.00 - 550.00
Colchón	200.00/pieza
Papel	550.00 - 700.00
PET	1,000.00 - 1,500.00
Vidrio	400.00
Aluminio	10,000.00
Chatarra	1,500.00

FUENTE: Visitas de campo IDS, precios a marzo de 2009, los precios pueden variar según la región.

4.- Empresas Recicladoras

Los recicladores son aquellas instituciones o empresas que se dedican a la utilización de los subproductos provenientes de los residuos sólidos y los incorporan en su proceso de producción, ya sea totalmente de material de reciclado o parte de material de reciclado con materias primas vírgenes.

A continuación se presenta la relación de algunas de las industrias recicladoras que se detectaron en el área de influencia y que son pertenecientes al Instituto Morelense de recicladores A.C.

- DICSÁ;
- Tecnodesechos;
- Reciclaje Ecológico;
- PREPLAS;
- Bodegas de Morelos;
- AVAGARD;
- Inmensa de México.

Adicionalmente se presentan empresas que realizan el reciclaje de materiales y que se pueden considerar que se encuentran en el área de influencia del Estado de Morelos y que están ubicadas en el centro del país.

INDUSTRIAS DE PAPEL Y CARTÓN

KIMBERLY – CLARK DE MÉXICO

JOSE LUIS LA GRANGE 103 COL. LOS MORALES POLANCO, DELG. MIGUEL HIDALGO

TEL. 85282-7300

COPAMEX

PLANTA MÉXICO PONIENTE 134 C.P. 62300 COL. INDUSTRIAL VALLEJO, MÉXICO, D.F. TEL. 5567-0377

EL FÉNIX

AV. RÍO CONSULADO 375 COL. ARENAL C.P. 02980 MÉXICO, D.F.

TEL. 5355-3211

SMURFIT, CARTÓN Y PAPEL DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

MOLINO CERRO GORDO

Km 15.5 CARRETERA MÉXICO LAREDO STA. CLARA ECATEPEC EDO. DE MÉXICO

TEL 5729-2300 FAX. 3067-5232

SMURFIT, CARTÓN Y PAPEL DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

PLANTA LOS REYES

Km 16.3 CARRETERA AZCAPOTZALCO – TLALNEPANTLA Y/O AV. PTE. JUÁREZ ESQ. REYES, 54090 TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO

TEL 5729-2300 FAX. 3067-5232

INDUSTRIAS DE ACERO

FUNDICIONES NARDO

PTE. 146 No. 519 COL. INDUSTRIAL VALLEJO MÉXICO, D.F. C.P. 07710

TEL. 5587-5100 5587-3400

FUNDICIONES TENAYUCA

MOCTEZUMA 9 TENAYUCA EDO. DE MÉXICO C.P. 51150

TEL. 5392-2314 5367-3657

FUNDICIÓN CASA CABRERA

LEYES DE REFORMA 2ª SECCIÓN CALLE 20 MZA. 60 LOTE 603 IZTAPALAPA MÉXICO DF.

TEL. 5694-7005

ACABADOS DE ACERO MEXICANO.

DIANA 26 NUEVA INDUSTRIAL VALLEJO C.P. 07700 MÉXICO D.F.

TEL 5754-4997

INDUSTRIAS DEL VIDRIO

GLASS INTERNATIONAL RECYCLING

CALLE 1º DE MAYO MZA. 27 LOTE 295 COL. STA. MARIA AZTAHUACAN, IZTAPALAPA MÉXICO, D.F.

TEL. 5693-2843

CRISVISA

CERRO DE LA MALINCHE COL. LOS PIRULES TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO

TEL. 5370-1062

GRUPO LARESGOITI

CALZ. DE LAS ARMAS NORTE 23 TLALNEPANTLA EDO. DE MÉXICO

TEL. 5394-5011

DIAMOND GLASS

CALZ. DE LA VIGA 219 COL. SAN JOSÉ JAJALPA C.P. 55000 ECATEPEC EDO. DE MÉXICO.

TEL. 5770-4840

INDUSTRIAS DEL PLASTICO

GRUPO FORMACEL DE MEXICO, S.A. DE C.V.

ARBOLITOS No. 2-AEL POTRERO C.P.ATIZAPAN DE ZARAGOZA, EDO. DE MÉXICO

TEL: 5822-7146 fax: 5824-5871

INDUSTRIAS PLASTICAS INTERNACIONALES, S.A. DE C.V.

CALLE 4 No. 32FRACC. INDUSTRIAL XALOSTOC C.P.55340 XALOSTOC, EDO. DE MÉXICO

TEL: 5755-3555 5569-4100 fax: 5755-3888

PLASTICOS URPRI S.A. DE C.V.

EJERCITO NACIONAL 499 COL GRANADA C.P. 11520 MÉXICO, D.F.

TEL. 5255-5000

RECUPERADORA Y MAQUILADORA DE PLÁSTICOS, S.A. DE C.V.

RÍO TOLTECA 31 COL. PARQUE INDUSTRIAL C.P. 53470 NAUCALPAN EDO. DE MÉXICO.

TEL. 5312-3157

5.- Especificaciones para Compra de Subproductos

A continuación se describen los principales subproductos que actualmente cuentan con un mayor potencial de venta en el mercado del reciclaje.

B.1.- Papel y cartón

Sólo una parte del papel y del cartón desechado es reutilizable debido a consideraciones económicas y logísticas:

- La fibra virgen es abundante y relativamente barata
- Muchos centros urbanos están localizados a grandes distancias de las fábricas de papel
- La capacidad de las fábricas para destinar y reutilizar el papel y el cartón usados es limitada

Las empresas recicladoras compran el papel residual usado basándose en la fuerza y el rendimiento de la fibra, y en el brillo, según el tipo de producto fabricado.

Los principales tipos de papel para reciclaje son: a) periódico; b) cartón corrugado; c) papel de oficina, y d) papel mezclado y se pueden obtener productos como: papel periódico, papel higiénico, pañuelos de papel, hueras, cartón, cartón laminado y productos para construcción (fibra prensada).

Normalmente el papel mezclado se recicla como cartón; sin embargo, el problema es la presencia de contaminantes que perjudican el proceso de producción o pueden dañar la maquinaria, como: papel quemado por el sol, envases de alimentos, papel higiénico o toallas de papel, documentos encuadernados, compuestos que contienen plástico o papel metálico, clips, papel de fax y papel carbón.

B.2.- Plástico

El proceso de reciclaje de plástico depende de su composición, por esta razón se identifica mediante un código estandarizado. La clasificación -del 1 al 7- representa las resinas comúnmente usadas y facilita la separación y el reciclaje. Sin embargo, debido a la gran diversidad se complican la recolección selectiva y la separación de plástico. El reciclaje correcto exige separación absoluta, así como lavado y uso de aditivos para obtener granza (plástico fundido y homogeneizado para corte ulterior de alta calidad, también le denominada peletización). Una desventaja del plástico mezclado es que no sólo produce granza de mala calidad; en la maquinaria puede incluso ocasionar averías importantes.

Tabla 8. Código de identificación de plásticos

NOMBRE	No.	SIGLAS	ORIGEN
Polietileno tereftalato	1	PET	Botellas de refrescos, agua, recipientes de alimentos
Polietileno de alta densidad	2	PEAD	Botellas de leche, detergente, shampoo, bolsas
Policloruro de vinilo	3	PVC	Recipientes de alimentos y tuberías
Polietileno de baja densidad	4	PEBD	Bolsas y envoltorios
Polipropileno	5	PP	Cajas, maletas, tapas y etiquetas
Poliestireno	6	PE	Vasos y platos de espuma
Otros	7	-	Todas las otras resinas y los materiales multilaminados

B.3.- Vidrio

La mayor parte del vidrio contenido en los residuos es de botellas (90%) u otros recipientes. Después de separado por colores (blanco, verde y ámbar), se tritura y casi todo el vidrio se utiliza para producir nuevos recipientes y envases. Los fabricantes de botellas están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas, debido a ahorros en energía y a mayor durabilidad del horno de fundición. La desventaja de usar vidrio usado reside en que casi siempre contiene contaminantes que pueden alterar el color o la calidad del producto final.

Aunque la cantidad demandada del vidrio triturado es considerable, a menudo la rentabilidad varía por los costos de recolección, procesamiento y transporte hacia las fábricas.

B.4.- Metales

Los metales se pueden clasificar en dos categorías:

a) Metales férreos (hierro y acero). Los bienes que más contienen metales son: electrodomésticos, gran cantidad de aparatos y equipos industriales, automóviles, tuberías, material de construcción, chatarra industrial, muebles y puertas.

Las latas de acero y la hojalata se separan magnéticamente (por el recubrimiento de estaño) y se transportan a una estación de desestañamiento. El estaño que se recupera es de 2.5 a 3 kilos por tonelada de latas. El acero limpio se usa para producir acero nuevo. El mayor impedimento para el reciclaje de latas de acero es el alto costo de su transportación.

b) Metales no férreos. Casi todos estos metales se pueden reciclar si están seleccionados y libres de material extraño: plástico, tela, goma, etc. Además del aluminio, los metales no férreos son: cobre, latón, bronce, plomo, níquel, estaño y cinc.

El reciclaje de los recipientes de aluminio ha sido exitoso, inclusive más que el de papel, plástico y vidrio, porque las materias primas de éstos son abundantes y baratas. Sin embargo, la bauxita (materia prima del aluminio) se debe importar; por ello en algunos países los fabricantes se han organizado para recuperar el aluminio.

Una ventaja del reciclaje de aluminio, es que las impurezas son fácilmente separables. En la planta de recuperación las latas aplastadas se trituran para reducir el volumen. Luego se calientan en un proceso de deslacamiento para separar los revestimientos y la humedad; después se introducen a un horno de refundición. El metal fundido se forma en lingotes, que se transfieren a otras fábricas, donde se producen láminas o partes para maquinaria y equipo.

A continuación en la tabla 9, se incluyen ejemplos de los principales requisitos de compra para el papel; sin embargo, cada comprador en particular podrá imponer otros.

Tabla 9. Especificaciones de Compra Papel

CLASE	DESCRIPCIÓN
Papel mezclado	Consiste en una mezcla de diversas calidades de papel no limitado al tipo de embalaje o contenido de fibra.
Papel de periódico	Consiste en periódicos embalados que contienen menos del 5% de otros papeles.
Papel de periódico especial	Consiste en periódicos embalados, seleccionados, frescos y secos, no quemados por el sol, libres de papeles que no sean de periódico, no contienen más que el porcentaje normal de selecciones fotograbadas y coloreadas.
Cajas de cartón ondulado	Consiste en recipientes embalados ondulados. Los recipientes tienen recubrimientos de test, yute o kraft.
Papel de cuentas seleccionado y coloreado	Consiste en hojas impresas o no impresas de pasta mecánica al bisulfito o sulfato, de escribir y otros papeles que tienen un contenido similar de fibra y relleno. Esta calidad debe estar libre de papel tratado, satinado, acolchado o muy impreso.
Papel de cuentas blanco seleccionado	Consiste en hojas impresas o no impresas, libros guillotizados, recortes de pasta mecánica, y otros papeles que tienen un contenido similar de fibra y relleno. Esta calidad debe estar libre de papel tratado, satinado, acolchado o muy impreso.
Papel de informática	Consiste en papel blanco para usar en máquinas procesadoras de datos. Esta calidad puede contener franjas coloreadas y/o impresiones de ordenador de impacto o de no impacto (por ejemplo, láser), y no puede contener más del 5% de pulpa de madera en el embalaje. Todo el papel debe estar libre de tratamiento y satinado.

Especificaciones para el vidrio recuperado

El vidrio se selecciona normalmente por color cuando se va a emplear para fabricar nuevas botellas y recipientes, y no debe contener contaminantes como polvos, tierra, piedras, cerámica ni vidrio (como el de refractario tipo PYREX). Estos materiales, conocidos como materiales refractarios, tienen temperaturas de fusión más altas que el resto del vidrio y formar inclusiones sólidas en el producto final.

El vidrio laminado de los cristales de automóvil no puede ser reciclado debido a que contienen una capa plástica en medio. El vidrio en planchas, aunque no es un material refractario, afecta la temperatura de fundición de la mezcla y, normalmente, no se acepta en el vidrio triturado si no se conoce la cantidad en forma fiable.

Reciclaje de plásticos.

La problemática a la que se enfrenta el acopio de los envases plásticos, tanto en tiraderos como en centros de entretenimiento, escuelas, etc., es resolver la relación peso-volumen, es decir, un número pequeño de envases ocupa gran espacio en los contenedores. Para resolver este problema se necesita la ayuda de la población para vaciar el envase completamente, aplastar el envase y separarlo del resto de la basura. Otra dificultad para reciclar los plásticos es el problema que existe para separarlos por resinas, y una vez separados, algunos plásticos no se adapta al reciclaje.

Es importante mencionar que los plásticos reciclados no se utilizan en la producción de nuevos envases de alimentos, debido a los requisitos sanitarios de garantizar que ningún contaminante pueda migrar del envase al producto. Así, los plásticos reciclados se utilizan en gran cantidad de aplicaciones no alimentarias.

Los principales tipos de plásticos reciclados actualmente son: polietilen tereftalato (PET) y polietileno de alta densidad (PEAD).

Polietilen tereftalato (PET)

Con respecto al PET existen dos categorías factibles de ser reciclada y son: el PET post-consumo, es el que ya ha sido empleado para alguna de sus aplicaciones, normalmente se presenta en la basura; y el PET post-industrial que es considerado como la merma de la planta productiva, es decir, son los envases y/o preformas que no cumplen con las especificaciones de calidad pero están limpios. Ambos son factibles de ser reciclados.

Dentro de las aplicaciones del reciclado del PET está la elaboración de cuerdas, flejes, monofilamentos, alfombras, playeras, fibras para relleno en prendas de vestir, bolsas de campo para dormir, guatas, rodillos para pintar, cinturones, almohadas, láminas para construcción, madera plástica, etc.

Polietileno de alta densidad (PEAD)

Los artículos de consumo más frecuentemente producidos a partir de PEAD reciclado son botellas de detergente y recipientes para aceite de motor. Las botellas normalmente se hacen de tres capas, la capa intermedia contiene material reciclado, la capa interior de resina virgen proporciona una barrera fiable y la capa exterior proporciona el color y un aspecto uniforme. El PEAD se utiliza también para envolturas protectoras, bolsas de plástico, tuberías y productos moldeados, como juguetes, cubetas y gran variedad de productos para el hogar.

Policloruro de vinilo (PVC)

El PVC se utiliza ampliamente para el empaquetamiento de comida, aislamiento de cables y alambres eléctricos y para tuberías de plástico. Aunque el PVC reciclado es una resina de alta calidad que necesita poco o ningún tratamiento, actualmente se recicla muy poco PVC, ya que los costos de recolección y selección son altos. Los productos típicamente fabricados con material reciclado incluyen: recipientes que no son para comidas, cortinas de baño, recubrimiento para asientos de camiones, alfombras de plástico para laboratorios, azulejos de suelo, tuberías de riego, macetas, discos y juguetes. El PVC tiene un enorme potencial para fabricar tuberías de drenaje, accesorios, modulares, láminas y piezas moldeadas por inyección a partir de PVC reciclado.

Polietileno de baja densidad (PEBD)

Las bolsas son el material más frecuentemente reciclado, para fabricar con ellas nuevos productos se seleccionan manualmente para separar contaminantes, se procesa mediante granulación, lavado y peletización; el principal problema en su reutilización es que las tintas de impresión en las bolsas originales producen un regranulado de color oscuro; la solución ha sido la utilización de colorantes oscuros.

El PEBD reciclado es utilizado para la fabricación de bolsas, sacos y películas flexibles, botellas no sanitarias por soplado moldeo, y aislamiento de cables eléctricos y de teléfono.

Polipropileno (PP)

Es utilizado para cajas de baterías de automóviles, tapas de recipientes, etiquetas de botellas y bidones, y en menor parte para envases de comida. Los materiales reciclados se utilizan solamente para productos de bajas especificaciones como tablas de plástico, muebles de jardín, tuberías, cuerda, hilo, cinta, rafia para costales, pilotes, postes y vallas.

Poliestireno (PS)

Los productos más comunes de espuma de PS son los envases de comida rápida en forma de concha de almeja, platos, bandejas para carne, tazas y material rígido de embalaje, otros artículos comunes son cubiertos para comida, vasos transparentes para beber y recipientes coloreados para yogur y queso blanco, que se producen mediante moldeo de extrusión e inyección.

Los diferentes contenedores de PS para comida pueden recuperarse separadamente o juntos. Un proceso típico incluye: selección semiautomática, granulación, lavado, secado y peletización. El poliestireno reciclado se utiliza para fabricar tablas de espuma aislante de cimentación, accesorios de oficina, bandejas para servir comida, recipientes de basura, peines, escobas, juguetes y productos de moldeo por inyección.

Plásticos mezclados y multilaminados (otros)

Los fabricantes también utilizan resinas y recipientes multilaminados menos comunes para envasar productos y comidas que tienen requisitos especiales (por ejemplo ketchup y mayonesa). Estos productos no tienen valor como productos de regranulado porque no hay mercado.

Tabla 10. Propiedades de las resinas plásticas

TIPO DE RESINA	PROPIEDADES	APLICACIONES
Fenólicas	Buena fuerza, estabilidad al calor y resistencia al impacto, elevada resistencia a la corrosión química y penetración de humedad, buen maquinado.	Resinas de impregnación, balatas para frenos, resinas de hule, componentes eléctricos, madera estructural, laminados, colas, adhesivos, moldes.
Aminas	Buena resistencia al calor, resistentes a disolventes y productos químicos, extrema dureza superficial, resistentes a la decoloración.	Compuestos moldeables, adhesivos, resinas para laminación recubrimientos para papel, tratamientos para textiles, madera terciada, plásticos, estructuras decorativas.
Poliésteres	Extrema adaptabilidad en procesamientos, excelente resistencia al calor, a los productos químicos y a la flama, bajo costo; excelentes propiedades mecánicas y eléctricas.	Construcción, masilla para reparación de automóviles, esquies, cañas para pescar, componentes para lanchas y aviones, recubrimientos, material para decorado, botellas.
Alquídicas	Excelentes propiedades eléctricas y termales, adaptabilidad a la flexibilidad o rigidez, buena resistencia química.	Aislamiento eléctrico, componentes electrónicos, masillas, partes reforzadas con fibra de vidrio, pinturas.
Policarbonatos	Alto índice de refracción, excelentes propiedades químicas, eléctricas y térmicas; estabilidad dimensional; transparencia; autoextinguibles; resistentes al manchado; buena resistencia a la deformación.	Sustitución de metales, cascos protectores, lentes, componentes eléctricos, películas fotográficas, fundición a troquel, aisladores
Poliamidas	Fuertes, resistentes y moldeables; ligeros; resistentes a la abrasión; bajo coeficiente de fricción; buena resistencia química; autoextinguibles.	Cojinetes no lubricados, fibras, engranes, artefactos, suturas, cuerdas para pescar, pulseras para relojes, envases, botellas.
Poliamidas Aromáticas	Resistencia a temperaturas altas	Refuerzo de matrices orgánicas
Polimidas	Resistencia a temperaturas altas	Partes moldeadas, películas y resinas para laminación para temperaturas elevadas hasta de 180°C.
Poliuretanos	Extrema adaptabilidad combinados con otras resinas, buenas propiedades físicas, químicas y eléctricas.	Aislamientos, forros interiores de espuma para ropa, aglutinantes para combustibles de cohetes, elastómeros, adhesivos.
Poliéteres	Excelente resistencia a la corrosión por ácidos, álcalis y sales comunes; se pueden soldar a costura y maquinar para ajustar con cualquier tipo, forma y tamaño de estructura.	Recubrimientos, engranes para bombas, partes para medidores de agua, superficies de cojinetes, válvulas.
Epóxidos	Excelente resistencia química, buenas propiedades de adhesión, fuertes y resistentes con poco encogimiento durante el curado, excelentes propiedades eléctricas, buena resistencia al calor.	Laminados, adhesivos, pisos, forros, hélices, recubrimientos, estructuras de filamento enrollado (cuerpos para cohetes).
Siliconas	Buena estabilidad térmica y a la oxidación, flexibles, excelentes propiedades eléctricas, inerte en general.	Agentes desmoldantes, hules, laminados, resinas para encapsular, agentes antiespumantes, usos para resistencia al agua.

Tabla 10. Propiedades de las resinas plásticas (continuación)

TIPO DE RESINA	PROPIEDADES	APLICACIONES
Ionómeros	Excelente fortaleza, resistencia a la abrasión y transparencia, sobresalientes propiedades de flexión a bajas temperaturas.	Empaque para piel y ampollas, soporte para talón, zapatos, botas para esquiar, defensas de automóviles, cubiertas de pelotas de golf.
Fenólicas	Fácil moldeo, estabilidad térmica, poco encogimiento en moldes, autoextinguibles, buen flujo en frío.	Recubrimientos para superficie, adhesivos, aglutinantes, partes electrónicas
Poliétileno	Excelente resistencia química, bajo factor de potencia, escasa resistencia mecánica, resistencia a vapores y humedad, muy flexibles.	Películas y hojas para envases, envases, aislamientos para cables de alambre, tubería, forros, recubrimientos, moldes, juguetes, artefactos domésticos.
Polipropileno	Incoloro e inodoro, baja densidad; buena resistencia al calor, "irrompible", excelente dureza superficial, excelente resistencia química, buenas propiedades eléctricas.	Artículos domésticos, equipo médico (puede esterilizarse), artefactos, juguetes, componentes electrónicos, tubos y tubería, fibras y filamentos, recubrimientos.
Polibutileno	Excelente resistencia a lodos abrasivos, buena resistencia química, fuerte, mejor resistencia al calor que el polietileno.	Tubos y tuberías, películas, y en combinaciones proporciona fuerza y resistencia.
Fluorocarburos	Bajo coeficiente de fricción, poca permeabilidad, baja absorción de humedad, excepcional resistencia química, bajo poder dieléctrico.	Aislante eléctrico, sellos mecánicos, empaques y recubrimientos internos para equipo químico, cojinetes, recubrimientos de sartenes, aplicaciones criogénicas.
Policloruro de vinilo	Excelentes resistencia química, facilidad de proceso bajo costo relativo, autoextinguible, combinable con otras resinas.	Tubos y tubería, conexiones, adhesivos, impermeables y pantalones para bebé, paneles de construcción, cestos para basura, burletes, zapatos.
Acrílicas	Claridad de cristal, resistencia sobresaliente a la intemperie, regular resistencia química, buena resistencia a la tensión y al impacto, resiste exposición a rayos ultravioleta.	Paneles decorativos y estructurales, domos vidriados masivos, calaveras de automóviles, mosaicos translúcidos para pisos iluminados, ventanas, pabellones, anuncios, recubrimientos, adhesivos, elastómeros.
Poliestireno	Bajo costo, facilidad de procesamiento, resistencia a ácidos, álcalis y sales; se ablandan con hidrocarburos; excelente claridad, adaptabilidad.	Aislamientos, tubería, espumas, torres de enfriamiento, recipientes de paredes delgadas, artefactos, hules, instrumentos y tableros de automóviles.
Celulósicas	Fortaleza sobresaliente, alta resistencia al impacto, alta resistencia eléctrica, baja conductividad térmica, lustre superficial notable.	Acabados para textiles y papel, agentes espesantes, cintas magnéticas, envases, tubos.
Furanos	Excelente resistencia a ácidos y bases, buenas propiedades adhesivas.	Laminados, recubrimientos, impregnantes, forros para tanques de combustibles, losetas para pisos, ruedas abrasivas.

Se utilizan flujos mezclados de plástico reciclado (especialmente polietileno y polipropileno) para producir resinas para fabricación de productos grandes que no requieren especificaciones estrictas de resina, tales como bancos de jardín, mesas, defensa para coches, postes para vallas, vigas y estacas. Como los plásticos no están seleccionados, los procesadores obtienen su material a un costo muy bajo.

Metales Ferrosos

El reciclaje de metales ferrosos se da principalmente en aceras y tiraderos de basura. Las latas ferrosas, a menudo se mezclan con materiales no ferrosos cuando se entregan a centros de acopio y deben ser separadas magnéticamente, compactadas y transportadas a una instalación de desestañamiento.

La mayoría de las plantas de desestañamiento, primero trituran las latas, esta actividad también sirve para despegar residuos de comida y etiquetas de papel. Se utiliza un sistema de vacío para separar estos materiales extraños. Después se selecciona magnéticamente el material triturado para separar el aluminio (en latas

bimetálicas) y otros materiales no ferrosos. Después se separa el estaño del acero limpio, bien mediante el calentamiento en horno, para volatilizar el estaño, o bien mediante un proceso químico, utilizando hidróxido de sodio y un agente de oxidación. El estaño se recupera de la disolución mediante electrólisis y se forman lingotes.

El acero sin el estaño separado químicamente se utiliza principalmente en la producción de acero nuevo. La chatarra que tiene estaño separado con calor no es apta para la producción de acero, porque el calor produce la difusión de partes del estaño en el acero y aparece como una impureza en el acero nuevo. Por lo que se utiliza para producir cobre y se vende una pequeña cantidad a la industria de pintura, para emplearse como fuente de óxido de hierro.

Mercado de los metales ferrosos reciclados.

El precio de las latas y chatarra recuperadas por los recolectores primarios es demasiado bajo como para proporcionar un incentivo económico, puesto que la chatarra metálica debe ser acondicionada, las empresas intermediarias disminuyen el valor de compra de la chatarra.

Además, los altos costos del transporte de las latas a una planta desestañadora, combinados con un mercado inestable de aceros de desecho, suelen hacer antieconómico el reciclaje de envases de lata. La existencia de cantidades importantes de metales ferrosos sin recuperar, los pequeños volúmenes y la baja especificación de los metales recuperados de los residuos sólidos municipales, así como la concentración regional de la industria del acero y las fundidoras, representan obstáculos al desarrollo más rápido de la recuperación de metales ferrosos a partir de los RSM.

Metales no ferrosos.

Los metales no ferrosos constituyen aproximadamente el 3.5% de los residuos sólidos municipales, incluyendo residuos comerciales e industriales. Se consideran materiales no ferrosos al aluminio, cobre, plomo, níquel, estaño, bronce y zinc. Estos materiales son recuperados de artículos domésticos como: muebles de jardín, baterías y electrodomésticos de cocina, artículos de instalaciones de luz, chapas de aluminio, canalones, puertas, ventanas y envases de alimentos.

Tabla 11. Principales materiales no ferrosos utilizados en la industria

METAL	PORCENTAJE SUMINISTRADO PARA EL RECICLAJE	FUENTE TÍPICA	PRODUCTOS Y USOS
Aluminio	34	Recipientes, latas, tuberías, muebles para exterior, canalones, chapa, puertas, ventanas, baterías de cocina, serpentines y aletas refrigerantes.	Recipientes, tuberías, muebles para exterior, canalones, chapas, puertas, ventanas, baterías de cocina, automóviles, barcos, camiones.
Cobre	50	Alambre, tubería, instalaciones de fontanería.	Los mismos que las fuentes más aleaciones, electrónica, productos químicos, electrochapado.
Bronce	se incluye en cobre	Bronce rojo, válvulas, maquinaria, medidores de agua cerrados, compuertas, portones, piezas de ollas.	Lo mismo que la fuente.
Plomo	61	Pesos de neumáticos, baterías, cables, soldaduras, selladores de botellas de vino, cojinetes.	Baterías, soldadura, cojinetes, perdigones, aleaciones.
Níquel	27	Aleaciones de alta resistencia y resistentes a la corrosión.	Aleaciones de alta resistencia, acero inoxidable.
Estaño	18	Soldaduras, bronce, materiales de cojinetes, hojalatas.	Soldaduras, aleaciones, recubrimientos, planchado.
Zinc	27	Desechos de zinc viejo (antimonio), chatarra de aleaciones, electrodomésticos, residuos de galvanizado.	Productos galvanizados, latones, aleaciones.

En México, el reciclaje de metales no ferrosos ha ido en aumento en los últimos años, principalmente el de aluminio, por los grandes ahorros de energía y costos. En 1995, se generaron 431 miles de toneladas, de las cuales solo se reciclo 27 miles de toneladas lo que equivale al 6.2% del total generado, según datos del Instituto Nacional de Ecología.

Aluminio

Dado que el aluminio es la materia prima que se recicla con mayor éxito, proporcionando ahorros de energía y costo, se le dará mayor atención en este apartado.

El aluminio es un material 100% reciclable, con él se pueden producir envases iguales a los originales, tales como botes de refresco y/o cerveza. El papel aluminio, los moldes para pastel, así como las charolas para alimentos procesados y congelados son ejemplos de otros envases de aluminio reciclables en 100 por ciento.

Al aprovechar el aluminio reciclado se tiene grandes beneficios. Para fabricar la materia prima para la elaboración de envases de aluminio se lleva a cabo un proceso muy complejo y de alto costo para convertir la bauxita en aluminio. Cuando se utiliza aluminio recuperado para fabricar latas, en lugar de materias vírgenes, se logra un ahorro de 95% en la cantidad de energía requerida en el proceso. De una manera general, cuando se consideran los costos de recolección, transporte y transformación del desecho de aluminio por reciclar, el ahorro general total es de aproximadamente 40%.

Proceso de reciclaje del aluminio

Los comerciantes de aluminio compran material al público y venden a distribuidores o compradores industriales. Los comerciantes y distribuidores tienen ciertas especificaciones para el material que compran, por ejemplo, las latas de aluminio deben estar libres de tierra o líquidos o cualquier otro contaminante y de preferencia los envases deben estar compactados.

Una vez recuperada la lata de aluminio es prensada para formar pacas con densidad de 12 a 22 libras por pie cuadrado, con medidas mayores a 72 pulgadas por lado. Pueden hacerse pacas tipo algodón o ser prensadas en equipo especial para latas de aluminio. Todos los procesos de prensado se deben realizar previa separación en bandas con polea magnética, así como vibradores que separen tierra. Se debe garantizar que las pacas arriben a su destino debidamente empacadas. El material debe ir libre de cualquier contaminante incluyendo otras piezas de aluminio diferentes a las latas de debidas, por ejemplo, tubos de spray de perfumes o fijadores de pelo. No se deben almacenar por periodos largos a la intemperie.

Las pacas de aluminio son enviadas a fundidoras, en donde se convierten en virutas de metal, las cuales se funden a altas temperaturas y se transforma en lingotes de aluminio sólido, éstos a su vez se transforman en láminas de aluminio para elaborar nuevos envases o estructuras.

Mercado del aluminio reciclado

La chatarra de aluminio, en particular las latas para bebida, son ampliamente aceptadas y se considera que tienen un mercado de compra-venta. Los centros de industrialización de las latas de aluminio recuperadas están ubicados en unos cuantos lugares geográficos, pero el alto valor del material, en comparación con el costo de los fletes, convierte en nacional al mercado del aluminio recuperado.

El reciclaje de aluminio se fomenta activamente en los principales centros urbanos del país, y con menor intensidad en las áreas menos pobladas.

A manera de resumen se presenta en la tabla 12 las especificaciones de compra de los materiales reciclables, hay que hacer hincapié en que el comprador puede imponer sus propias especificaciones.

Tabla 12. Especificaciones de compra

Subproducto	Especificaciones de compra
Cartón	<ul style="list-style-type: none"> • Seco • Limpio • Sin grapas, gomas y lazos
Papel	<ul style="list-style-type: none"> • Seco • Limpio • Sin gomas, ni grapas
Plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Separado por tipo • Limpio • Sin mezcla de otros residuos • Separado por color • Separado por tipo para ciertos procesos • Molido • Granulometría requerida
Latas	<ul style="list-style-type: none"> • Limpias

Subproducto	Especificaciones de compra
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Sin mezcla de otros residuos • Compactadas • Limpio • Sin etiquetas • Separado por color • Separado por tipo para ciertos procesos • Molido • Granulometría requerida

*

Tolerancia para venta. Humedad: 8-10%; material extraño: 5% máximo

6.- Precios de Venta e Ingresos por Venta

Los precios de venta de los subproductos varían por diferentes motivos, entre los que destacan los siguientes:

- Limpieza
- Separación por calidades
- Separación por color
- Tipo de embalaje o granel
- Confiabilidad del suministro
- Cantidades suministradas

Según el porcentaje de recuperación y los precios de compra presentados con anterioridad los ingresos máximos que se podrían obtener son para el año 2009:

Tabla 13. Escenario de venta de reciclables (2009)

Total Zona Conurbada de Cuernavaca		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	20,64	\$ 8.255,42
Papel	69,19	\$ 38.056,42
Metal	22,22	\$ 33.336,71
Plástico	38,02	\$ 57.027,60
	Total Diario	\$ 136.676,15
	Total Mensual	\$ 4.100.284,44
	Total Anual	\$ 49.203.413,28

(a)

Total Región Nor Oriente		
Vidrio	1,53	\$ 612,48
Papel	3,92	\$ 2.154,77
Metal	1,72	\$ 2.577,96
Plástico	1,85	\$ 2.772,00
	Total Diario	\$ 8.117,21
	Total Mensual	\$ 243.516,24
	Total Anual	\$ 2.922.194,88

(b)

Total Región Poniente		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	1,20	\$ 480,85
Papel	2,41	\$ 1.325,92
Metal	0,97	\$ 1.450,35
Plástico	1,14	\$ 1.705,73
	Total Diario	\$ 4.962,85
	Total Mensual	\$ 148.885,43
	Total Anual	\$ 1.786.625,10

(c)

Total Región Centro sur		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	2,63	\$ 1.052,37
Papel	10,29	\$ 5.660,35
Metal	1,87	\$ 2.806,57
Plástico	5,42	\$ 8.124,90
	Total Diario	\$ 17.644,19
	Total Mensual	\$ 529.325,63
	Total Anual	\$ 6.351.907,54

(d)

Total Región Sur Oriente		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	0,76	\$ 303,46
Papel	4,76	\$ 2.616,04
Metal	0,43	\$ 644,20
Plástico	2,31	\$ 3.463,43
	Total Diario	\$ 7.027,12
	Total Mensual	\$ 210.813,73
	Total Anual	\$ 2.529.764,78

(e)

Total región Altos de Morelos		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	0,47	\$ 186,11
Papel	1,09	\$ 599,27
Metal	0,56	\$ 842,93
Plástico	0,78	\$ 1.167,41
	Total Diario	\$ 2.795,72
	Total Mensual	\$ 83.871,59
	Total Anual	\$ 1.006.459,10

(f)

Total región centro		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	5,38	\$ 2.151,24
Papel	15,14	\$ 8.327,78
Metal	7,15	\$ 10.717,79
Plástico	9,85	\$ 14.769,09
Total Diario		\$ 35.965,90
Total Mensual		\$ 1.078.976,88
Total Anual		\$ 12.947.722,56

(g)

Cuautla		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	4,31	\$ 1.722,69
Papel	14,44	\$ 7.941,38
Metal	4,64	\$ 6.956,50
Plástico	7,93	\$ 11.900,18
Total Diario		\$ 28.520,75
Total Mensual		\$ 855.622,58
Total Anual		\$ 10.267.470,99

(h)

TOTAL ESTATAL		
Material	Ton/día	pesos
Vidrio	37,54	15017,18
Papel	122,04	67120,90
Metal	39,85	59770,83
Plástico	67,72	101573,98
Total Diario		\$ 243.482,89
Total Mensual		\$ 7.304.486,65
Total Anual		\$ 87.653.839,82

(i)

Los datos anteriores son precios de venta de los subproductos, para el uso de esta información hay que considerar que se tienen gastos de la recuperación de los subproductos, transporte, instalaciones, sueldos, prestaciones, combustibles por lo que debe considerarse la tabla sólo como referencia.

Lo anterior indica que el mercado potencial anual de los subproductos reciclables y que son recorridos por la industria del reciclado asciende a 87.6 millones anuales. No obstante esto depende, como ya se dijo, de la oferta y la demanda a sí como de la limpieza de los materiales.

En el caso que se quiera establecer algún mecanismo para la recuperación de los subproductos contenidos en los residuos, tal como una planta de separación, se recomienda realizar un estudio de factibilidad económica para establecer la conveniencia o no de las acciones a tomar en el futuro.

RELACIÓN DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL ANEXO D

RELACIÓN DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL EN EL ESTADO DE MORELOS		
MUNICIPIO/LOCALIDAD	SUPERFICIE (HA)	UBICACIÓN

AMACUZAC	1.50	
El Cuiji	1.50	En las inmediaciones de las comunidades de San Gabriel de las Palmas y Miahuatlán, municipio de Amacuzac.
ATLATLAHUCAN	1.00	
AXOCHIAPAN	7.90	
El Papayo (La Mina)	4.20	Al sur poniente de la ciudad a 5.75 km. de la zona centro, en las inmediaciones del campo el Papayo en el Ejido Axochiapan, municipio de Axochiapan.
Atlachahualoya	0.60	Sobre la carretera Axochiapan -Atlachahualoya, municipio de Axochiapan.
Ejido de Almolonca	0.70	
Ahuaxtla	2.00	Límites de la comunidad de Ahuaxtla, municipio de Axochiapan.
Libramiento	0.40	
AYALA	6.00	
Moyotepec	6.00	Sobre el camino Temilpa Viejo-Moyotepec, municipio de Ayala.
COATLÁN DEL RÍO		NO CUENTA CON SDF.
CUAUTLA	12.00	
Hermenegildo Galeana	12.00	En el predio conocido como La Perseverancia, Colonia Hermenegildo Galeana, municipio de Cuautla.
CUERNAVACA		NO CUENTA CON SDF.
EMILIANO ZAPATA	4.54	
Ex-Hacienda de Dolores	4.54	En el Ejido Campo Dolores, municipio de Emiliano Zapata.
HUITZILAC	2.80	
El Tezontle	2.80	Sobre el camino a la Mina a 2 km. de las comunidades de Huitzilac y Tres Marías, municipio de Huitzilac.
JANTETELCO	2.00	
JUTEPEC		NO CUENTA CON SDF.
JOJUTLA	10.00	
El Higuérón	10.00	A 10.4 km. de la zona centro, en la inmediaciones del Cerro el Higuérón en el Ejido de Jojutla, municipio de Jojutla.
JONACATEPEC	2.50	
El Mirador	2.00	Carretera Joncatepec-Atotonilco al sur de la ciudad, con dirección hacia la comunidad de Atotonilco, municipio de Joncatepec.
Tetelilla	0.30	
Amacuitlapilco	0.20	
MAZATEPEC	7.50	
El Jabonero (Predio Los Coyotes)	7.50	En las inmediaciones de la comunidad de Cuachichinola, municipio de Mazatepec.
MIACATLÁN	1.00	
El Paredón (Cerro de la Palma)	1.00	Sobre el camino hacia la comunidad de El Paredón, municipio de Miacatlán.
OCUITUCO	0.50	
PUENTE DE IXTLA	8.00	
El Estudiante	8.00	En las inmediaciones de la comunidad de El Estudiante, municipio de Puente de Ixtla.
TEMIXCO	19.89	
Tetlama	14.88	En Campo Milpillan, sobre el km. 9 de la Carretera Alpuenca-Grutas, municipio de Temixco.
Mina San Felipe	5.01	En los límites de la colonia Lomas del Carril, al norte del municipio de Temixco.
TEMOAC	0.20	
Ejido de Tecajec (Campo Los Arcos)	0.20	En las inmediaciones del Ejido de Tecajec, municipio de Temoac.
TEPALCINGO	1.40	
Cerro del Horno	0.70	En el Ejido de Tepalcingo, municipio de Tepalcingo.
Zacapalco	0.40	

Ixtlilco	0.30	
TEPOZTLÁN	4.00	
Amilcingo (Mina de Santiago)	4.00	Carretera Federal Yauatepec-Tepoztlán, en la comunidad de Amilcingo, municipio de Tepoztlán.
TETECALA	1.00	
El Charco	1.00	Sobre la Carretera Estatal Tetecala-Coatlán del Río en el entronque con la Av. Tabachines a la altura del CBTIS y el Hospital Regional hacia la colonia El Charco por el Camino Real a Miaatlán, municipio de Tetecala.
TETELA DEL VOLCÁN	1.00	
TLALNEPANTLA	0.87	
Chantepec	0.87	Sobre el km. 20 de la Carretera Oaxtepec-Xochimilco, municipio de Tlalnepantla.
TLALTIZAPÁN	59.37	
Cuauilotla	2.30	Al sureste de la ciudad en los límites con el municipio de Ayala, municipio de Tlaltizapán.
El Chiquihuite	57.07	Sobre la Carretera Temilpa Viejo a Moyotepec, entre el límite de Tlaltizapán y Ayala, municipio de Tlaltizapán.
TLAQUILTENANGO	1.00	
Campo Zacualpan	1.00	A 12.4 km. de la cabecera, ubicado en la antigua mina de mármol, en el campo Zacualpan, municipio de Tlalquitenango.
TLAYACAPAN	1.56	
Paraíso del Sol	1.56	Carretera Oaxtepec - Xochimilco, a la altura del fraccionamiento Paraíso del Sol, municipio de Tlayacapan.
TOTOLAPAN	4.50	
Santa Bárbara	4.50	En el Cerro de Santa Bárbara, municipio de Totolapan.
XOCHITEPEC		NO CUENTA CON SDF.
YAUTEPEC	2.50	
El Zarco	2.50	Sobre la Carretera Federal Yauatepec-Tepoztlán, municipio de Yauatepec.
YECAPIXTLA	13.00	
Relleno Sanitario de la Región Nororiental	12.00	En el Campo La Tomatera, Ejido de Yecapixtla, municipio de Yecapixtla.
Tiradero Particular	1.00	Sobre el Libramiento de Yecapixtla, a la altura del km. 1, municipio de Yecapixtla.
ZACATEPEC DE HIDALGO	2.00	
ZACUALPAN DE AMILPAS	0.50	
TOTAL	180.03	

Prestadores de Servicio para Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial

Empresa	Actividad	Autorización	Dirección	Municipio
Desperdicios Industriales Malba	Centro de Acopio Privado	03-sep-08	Calle Antonio Riva Palacio, Manzana 21, Lote 71, Col. Jardín Juárez	
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	03-sep-08		
Desperdicios Industriales de Cuernavaca S.A. de C.V.	Almacenamiento Temporal y Centro de Acopio de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	16-oct-08	Paseo Cuauhnáhuac, km. 13.8, Col. Progreso	
	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	16-oct-08		
	Tratamientos térmicos	16-oct-08		
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	16-oct-08		
Leticia Paola Melo Hernández (REPROCESA)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	29-oct-08	de Francisco González Bocanegra s/n, Colonia Independencia	
Centro de Acopio y Compostaje Punto Verde	Centro de Composteo	14-nov-08	Carretera Tepalcingo-Cuautla s/n, Colonia Campo de Tepalcingo	
	Centro de Acopio Privado	14-nov-08		
Bodegas de Morelos S.A de C.V.	Transporte de Residuos de Manejo Especial	20-nov-08	Calle 21 Este 205, colonia AC	
	Almacenamiento Temporal y Centro de Acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	24-mar-09		
	Transferencia de Residuos de Manejo Especial	26-mar-09		
PASA Cuernavaca S.A. de C.V.	Centro de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	20-nov-08	de Minería, No. 42, Colonia Loma Bonita	
C. Ana María Mayen Saucedo	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	06-mar-09	Calle Ayuntamiento No. 7, Col. Ampliación San Mateo Nopala	
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	06-mar-09		

Luis Calvillo Morales (Desperdicios Industriales El Porvenir)	Transporte de Residuos de Manejo Especial	13-feb-09	Calle Lázaro Cárdenas No. 70, Colonia El Porvenir
	Centro de acopio y almacén temporal de Residuos Sólidos	09-mar-09	
Lic. Francisco Javier Jiménez Burgos (Plásticos Jimbur)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	23-abr-09	Calle San Francisco No. 1, Colonia El Saucillo
C. Rogelio Fernández Solís (Envases Industriales del Valle)	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	23-abr-09	Calle Medo. Hank González, entre Benito Juárez SN 271.
C. Alejandro Andrés González Mendiburu	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	15-may-09	Cda. Rafael Ángel de la Peña No. 247-1, Col. Tránsito
C. Manuel Cano Romero	Almacenamiento temporal y centro de acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	15-may-09	Calle Ruiz Cortez No. 134, Col. Morelos
	Transporte de Residuos de Manejo Especial	16-jun-09	
C. Antonio Ocampo Guerra	Almacenamiento temporal y centro de acopio privado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	02-jun-09	Carretera Mexico-Oaxaca No. 708, Ocl. Ampliación Plan de Ayala
C. Daniel Salvador Martínez Bahena	Transporte de Residuos de Manejo Especial	15-may-09	Calle Obradores No. 8, Colonia Vicente Guerrero
Paul Humberto Vizcarra Ruíz	Transporte de Residuos de Manejo Especial	18-may-09	Calle Potrero Verde No. 3, Col. Jacarandas
C. Vicente Cabrera Beas	Transporte de Residuos de Manejo Especial	29-jun-09	Carretera México-Oaxaca No. 1100, Col. Empleado Municipal
C. Ignacio Rodríguez Ronces	Transporte de Residuos de Manejo Especial	12-jun-09	Calle Mar del Norte s/n, Col. Lomas de Tlahuapan
C. Abril Berenice Medina Rabadan	Transporte desde o hacia la entidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	21-jul-09	Emiliano Zapata No. 210, Col. 3 de Mayo

INFORMACIÓN GENERAL RECOPIADA DEL FORMATO DE LOS PLANES DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL EN EL ESTADO DE MORELOS (2008 - 2009)

NÚMERO	MUNICIPIO	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	CATEGORIA DE GENERADOR	CANTIDAD GENERADA (KG/DÍA)	ACTIVIDAD Y/O PRODUCTO PRINCIPAL DEL GENERADOR	TIPO DE RESIDUO Y CANTIDAD GENERADA (KG/DÍA)	CANTIDAD TOTAL GENERADA (KG/DÍA)
1	Tepoztlán		D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Restos de jardinería y podas (0.500), Otros (0.100), Garrafas de plástico y botella de PET (0.143), Vidrio (0.050), Restos de alimentos (0.130)	0.92
2	Yecapixtla	Cone Denim Yecapixtla S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Acabado de hilos y telas de fibras blandas.	Otros (1751), Algodón y Trapo (196), Rebaba de bronce (1.500), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (50), Fibras naturales (210), Otros (160), Madera (23), Cartón (38), Fleje de acero (4), Lodos residuales no peligrosos de sistemas de tratamiento (8482), Contenedores plásticos limpios (118), Otros (68), Restos de alimentos (108), Hule (7).	11,215.00
3	Jiutepec	Danone de México S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Derivados y productos lácteos frescos	Alimentos no aptos para el consumo (4.2), Papel (1.7), Cartón (2.5), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (3.4), De Poliestireno (PS) (3.4), Fleje de Plástico (1.7).	16.5
4	Jiutepec	Colegio New Land S. C.	D	Menos de 27,39	Educativa	Restos de alimentos (3), Papel (2), Garrafas de plástico y botella de PET (1), Otros que requieran de un manejo específico como: pilas (0.003), Cartuchos de tonner (0.001), Otros como: cartuchos tinta (0.0008).	6.0
5	Tepoztlán	Posada Cualli Cochi (Buen Dormir)	D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Garrafas de plástico y botella de PET (.71), Restos de alimentos (.50), Cartón (.142).	1.2
6	Jiutepec		C	De 27,39 hasta 250	Fabricación de hilo	Restos de jardinería y podas (n/d), Papel (64.24), Madera (18), Otros (14.72), Otros (31.28) Cartuchos de tonner (35 Piezas anual), Otros que requieran de un manejo específico (43.3), De Polipropileno (PP) (19.9).	226.9
7	Tepoztlán	Hospedaje Mahe	D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Papel (6), Fleje de Plástico (1.5), Garrafas de plástico y botella de PET (4), Hule (1), Aluminio (2).	14.5
8	Tepoztlán	Hospedaje los Reyes	D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Papel (5), Fleje de Plástico (1), Garrafas de plástico y botella de PET (3), Hule (1), Aluminio (2).	12.0

9	Jiutepec	Hotel Sitio Sagrado S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Servicio de hospedaje	Restos de alimentos (30), Papel (3), Fleje de Plástico (1.5), Hule (1), Garrafas de plástico y botella de PET (2).	37.
10	Tepoztlán	Posada Sarita	D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Garrafas de plástico y botella de PET (0.12), Latas de Aluminio (0.04), Vidrio (0.05).	0.
11	Jiutepec	Universidad Politécnica del Estado de Morelos	D	Menos de 27,39	Docencia e Investigación	Restos de alimentos (5.0), Restos de jardinería y podas (1.0), Papel (3.7), Cartón (3.5), Vidrio (0.6), Garrafas de plástico y botella de PET (2.4), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (0.17), De Poliestireno (PS) (0.04), Latas de Aluminio (0.33), Cartuchos de tonner (0.2), Fierro (0.09), Otros (0.11).	17.
12	Jiutepec		A	Mas de 1 000	Fabricación y venta de tambores de acero y fibra de 40 a 208 lts	Restos de alimentos (12), Restos de jardinería y podas (5.73), Papel (371.5), Cartón (10), Madera (10), Vidrio (.1), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (25), Chatarra de acero (1272), Cartuchos de tonner (.01), Otros (.01), Otros (.01), Otros que requieran de un manejo específico (90ml).	1,796.
13	Tepoztlán	Posada Nican Mo Calli	C	De 27,39 hasta 250	Servicio de hospedaje	Papel (80), Cartón (50), Garrafas de plástico y botella de PET (100), Vidrio (50), Latas de Aluminio (45).	325.
14	Cuernavaca	Autogirg S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Compra y venta de autos nuevos y usados y servicio automotriz	Papel (1.78), Cartón (1.666), Resina ABS (0.433).	3.
15	Jiutepec	Baxter S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Fabricación de sueros, bolsas para fraccionamiento de sangre y medicamentos	Restos de alimentos (210.76), Papel (35.42), Cartón (1235.13), Vidrio (7.97), De Policloruro de vinilo (PVC) (1482.86), De Polietileno (PET) (557.28), Garrafas de plástico y botella de PET (3.72), Otro (13.40), Otros (1.85), Latas de Aluminio (1.01), Chatarra de acero (57.40), Otros (276.28), Otros (324.38).	4,207.
16	Jiutepec	Instituto Federal Electoral	C	De 27,39 hasta 250	Organizar los procesos federales, expedir la credencial para votar con fotografía, Implementar los programas de educación cívica	Restos de alimentos (1), Restos de jardinería y podas (1), Papel (0.6) Cartón (1), De Polietileno (PET) (0.4 kg), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (n/d), De Polipropileno (PP) (n/d), Garrafas de plástico y botella de PET (n/d), Latas de Aluminio (3 latas al día), Cartuchos de tonner (n/d), Fierro (204), Otros (0.04).	208.
17	Jiutepec	Sealed Air de México, S. de R.L. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Fabricación, venta y distribución de material plástico de empaque	Restos de alimentos (50.40), Otros 843.84), Cartón (23.04), Madera (32.33), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (62.36), Chatarra de acero (0.95).	212.
18	Jiutepec	Givaudan de México S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Elaboración de materias primas para alimentos de consumo humano	Restos de alimentos (15), Restos de jardinería y podas (15), Bagazo (20), Cartón (50), Madera (4), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (10), Garrafas de plástico y botella de PET (18), Chatarra de acero (20), Lodos residuales no peligrosos de proceso (5662), Contenedores plásticos limpios (31), Contenedores metalicos limpios (74), Contenedores de cartón limpios (4).	5,923.
19	Tepoztlán	Posada Santo Domingo	D	Menos de 27,39	Servicio de hospedaje	Garrafas de plástico y botella de PET (0.071), Latas de Aluminio (0.028), Otros que requieran de un manejo específico (0.1355).	0.
20	Cuernavaca	Cuernavaca Motors S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Compra y venta de autos nuevos y usados y servicio automotriz	Papel (1.186), Cartón (0.333), Hule (0.433).	1.
21	Jiutepec	Rintex, S.A. de C.V.	B	Mas de 250 hasta 1 000	Fabricación de playeras	Restos de alimentos (20), Otros (34), Papel (1), Cartón (100), Algodón y Trapo (100), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (50), Garrafas de plástico y botella de PET (5), Acero inoxidable (0.1), Cartuchos de tonner (0.07), Otros que requieran de un manejo específico (2).	312.

22	Jiutepec	Sekisui S-Lec México S.A. de C.V.	B	Mas de 250 hasta 1 000	Fabricación de plásticos (polivinil butiral)	Restos de alimentos (16.31), Papel (0.7), Cartón (11.89), Madera (43.77), Vidrio (23.19), Algodón y Trapo (0.06), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (29.67), De Policloruro de vinilo (PVC) (0.38), (Plástico) (0.9), (Bolsas Nylon) (48.33), (Polivinilo Butiral Recuperado(PVB)(686.74), Aluminio (0.04), Fierro (1.30), Otros (4.82).	868.
23	Jiutepec		C	De 27,39 hasta 250	Fabricación, venta y distribución de material plástico de empaque	Restos de alimentos (n/d), Excrementos y residuos de animales (n/d), Otros (n/d), Papel (n/d), Cartón (n/d), Madera (nd), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (n/d), Chatarra de acero (n/d).	n
24	Jiutepec	Placosa, S.A. de C.V.	B	Más de 250 hasta 1 000		Restos de alimentos (294), Restos de jardinería y podas (2), Cartón (230), Madera (146), Chatarra de acero (5.5), Contenedores plásticos limpios (2.81), Otros (1.91), Neumáticos usados (.32).	682.
25	Cuautla	Embotelladora las Margaritas, S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Industria de las bebidas no alcohólicas	Vidrio (981), Otro (19), Contenedores de cartón limpios (42), Otro (71), De Polietileno (PET) (53), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (32), Envases de Policarbonato (16), Fierro (7), Madera (55), Cartuchos de tonner (0.013), Otro (51), Restos de alimentos (25), Restos de jardinería y podas (25), Otros (12), Vidrio (04).	1,401.
26	Jiutepec	Alucaps Mexicana S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Fabricación de tapas y tapones de plásticos así como litografiado de láminas	Madera (115), Papel (66.1), De Polipropileno (PP) (78), Restos de jardinería y podas (20), Restos de alimentos (40), Acero inoxidable (1200), Cartuchos de tonner (0.04), Otros que requieran de un manejo específico como: liner restos de cartón con película plástica y metálica (130), restos de limpieza de patios, oficinas naves y sanitarios que están en contacto con polvo (15).	1,664.
27	Jiutepec	Alucaps Mexicana S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Fabricacion de tapas y tapones de metal y aluminio en diferentes modelos para la industria de alimentos, bebidas y farmacéuticos	Madera (70), Papel (40), Restos de jardinería y podas (20), Restos de alimentos (30), Otros que requieran de un manejo específico(liner: restos de cartón con película plástica y metálica) (47), (restos de limpieza de patios, oficinas naves y sanitarios que están en contacto con polvo) (10).	217.
28	Tlaltenango		C	De 27,39 hasta 250	Area natural protegida con alta visitación de turistas aproximadamente 150,000 año	Restos de alimentos (54.19), Vidrio (14.05), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (14.05), Otros (14.05), De Polietileno (PET) (6.02), Papel y Cartón (2.00), Otro (24.08).	128.
29	Cuernavaca	Centro Universitario de Desarrollo Integral	C	De 27,39 hasta 250	Académico (bachillerato tecnológico y universidad)	Restos de alimentos (1), Restos de jardinería y podas (6), Papel (28), Cartón (16.5), Vidrio (7), Garrafas de plástico y botella de PET (20), Algodón y Trapo (.5), Otros (2), Latas de Aluminio (10).	99.
30	Jiutepec	3D Manufacturing S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	Otro (2), Contenedores plásticos limpios (0.55), Contenedores de cartón limpios (6), Otros (4), papel encerado (1), bolsa de polietileno (0.25), Otros que requieran de un manejo específico Residuos mezclados basura (5).	18.
31	Jiutepec	Buckman Laboratories S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Elaboración de productos químicos especializados	Restos de alimentos (5), Restos de jardinería y podas (5), Papel (3), Cartón (2), De Polietileno (PET) (3).	18.
32	Tepoztlán	Posada del Teposteco S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Establecimiento de hospedaje de corta y larga estancia con servicio de restaurante y bar	Restos de alimentos (10.8), Restos de jardinería y podas (20.00), Alimentos no aptos para el consumo (0.20), Papel (3.36), Cartón (0.2), Vidrio (0.5), De Polietileno (PET) (0.8), Garrafas de plástico y botella de PET (0.5), Latas de Aluminio (0.20), Cartuchos de tonner (0.002), Lodos residuales no peligrosos de sistemas de tratamiento (8.0), Escombros o residuos de la construcción mezclados con escombros (10), Otros (0.27), Otros que requieran de un manejo	59.

						específico (5).	
33	Cuernavaca		C	De 27,39 hasta 250	Educación superior nivel de postgrado, investigación y desarrollo tecnológico	Restos de alimentos y Restos de jardinería y podas (20), Papel y Vidrio (8), De Polietileno (PET) y De Policarbonato (PC) (5), Envases de Policarbonato y Garrafas de plástico y botella de PET (7), Latas de Aluminio, Rebaba de acero y Otros (4), Muebles usados generados en gran volumen (0.5), Residuos de laboratorios (1.0), Cartuchos de tonner y Otros (0.5).	46.
34	Jiutepec	Unilever de México, S. de R.L. de C.V. División HPC	A	Más de 1 000	Manufactura de productos de cuidado personal	Restos de alimentos (223), Restos de jardinería y podas (130.4), Papel (0.2), Cartón (971.7), Madera (48), Fleje de Plástico (181.6), Chatarra de acero (59), Contenedores de cartón limpios (66.2), Otros que requieran de un manejo específico (295.6).	1,975.
35	Jiutepec	Química Ecosistema S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Fabricación de principios activos farmacéuticos para consumo humano	Papel (17.8), Cartón (10), Restos de jardinería y podas (40.4),Fibras naturales (32), Chatarra de acero (148).	248.
36	Jiutepec	Industrias Químicas Falcon de México, S.A. de C.V.	A	De 27,39 hasta 250	Fabricación de materias primas para la elaboración de medicamentos o productos biológicos de uso humano	Restos de alimentos (200.00), Restos de jardinería y podas (40.00), Cartón (29.00), Madera (36.00), Vidrio (0.52), De Polietileno (PET) (2.50), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD yPEHD) (8.50), Acero inoxidable (8.00), Latas de Aluminio (0.05), Aluminio (6.70), Bronce(0.60), Chatarra de acero (71.00), Cartuchos de tonner (0.23), Escombros o residuos de la construcciónmezclados con escombros (1,596.00), Otros que requieran de un manejoespecífico (320.00).	724.
37	Jiutepec	Laboratorios Dermatológicos Darier S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Producción de farmacéuticos y medicamentos	Restos de alimentos (1.162), Papel (13.25), Cartón (30.94), Vidrio (2.362), Aluminio(29.92), Chatarra de acero (3.32), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (20.84), De Policloruro de vinilo (PVC) (31.26), Cartuchos de tonner (0.142).	133.
38	Jiutepec	Refrigeración de Morelos, S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Purificación de agua	Restos de alimentos (6), Papel (0.28), Cartón (0.14), Vidrio (2), Garrafas de plástico y botella de PET (14.89).	23.
39	Cuernavaca	Grupo Embotellador CIMSA, S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Refrescos en general	Restos de alimentos (200), Papel (33.38), Cartón (416), Madera (38), Vidrio (2787), Otros (200), De Polietileno (PET) (664), Fleje de Plástico (48), Garrafas de plástico y botella de PET (58.6), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (163), De Policloruro de vinilo (PVC) (64.8), Acero inoxidable (0.80), Latas de Aluminio (6.64), Aluminio (0.69), Chatarra de acero (137), Lodos residuales no peligrosos de sistemas de tratamiento (10).	4,827.
40	Jiutepec	Clariant México, S.A. de C.V.	B	Mas de 250 hasta 1 000	Producción de sustancias químicas cuando existe reacción química	Papel (10), Cartón (4.38), Vidrio (1.97), De Polietileno (PET) (27.94), Chatarra aluminio (.27), Chatarra de acero (2.84), Fierro (29.50), Escombros o residuos de la construcción mezclados con escombros (16.43), Restos de alimentos (1.200), Restos de jardinería y podas (8), Otros que requieran de un manejo específico como: nitrilo de sebo, ptich (548); torta de filtración fresca, fenilsulfato de calcio (7.3); torta de filtración de sulfato de calcio con tazas de naftalen sulfonato de NA (39).	696.

41	Ayala	Saint gobian mexico, S.A. de C.V.- Busines unit saint gobain glass	A	Mas de 1 000	Fabricación de vidrio plano y de color solar	Restos de alimentos (30), Restos de jardinería y podas (30), Aserrín o residuos de madera (500), Papel (18), Cartón (18), Vidrio (1000), De Polietileno (PET) (2), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD y PEHD) (48), Fleje de Plástico (nd), Otro como: pvb (nd), hule espuma de cool lite (nd), Fierro (66), Otros (5), Neumáticos usados (nd), Cartuchos de tonner (1), De componentes electrónicos (nd), Lodos residuales no peligrosos de sistemas de tratamiento (500), Arena Silica mezclada con cedacería de vidrio, dolomita, caliza (3000), Materiales cerámicos, lozas y ladrillos (180), Otros que requieran de un manejo específico (200).	5,598.8
42	Jiutepec	Eccavic, S.A. de C.V.	B	Más de 250 hasta 1 000	Tratamiento de aguas residuales de origen industrial y público urbano	Lodos residuales no peligrosos de sistemas de tratamiento (723), Restos de alimentos (4.98), Restos de jardinería y podas (nd), Papel (5.35), Vidrio (1.54), Garrafas de plástico y botella de PET (5.08), Latas de Aluminio (2.98), Cartuchos de tonner (n/d), Otros que requieran de un manejo específico como: desecho sanitario (7.67); residuos municipales (3.04).	753.0
43	Jiutepec	Uquifa México S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Fabricación, explotación, compraventa y distribución de productos químicos	Restos de jardinería y podas (30), Papel (3), Cartón (4), Madera (20), Vidrio (1), Chatarra de acero (100), Contenedores plásticos limpios (60), Contenedores metalicos limpios (60), Contenedores de cartón limpios (10) Otros que requieran de un manejoespecífico como: carbon y celita (55), frascos muestras (20.54), mezcla solventes gastados (377), pacas polietileno (73), residuos recuperación solv. (133), torta de filtración de sulfuro fierro (700), polvos secadores (18).	1,664.4
44	Jiutepec	Mayekawa de México, S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Fundición y maquinado de equipos para refrigeración industrial	Restos de alimentos (25), Restos de jardinería y podas (40), Aserrín o residuos de madera (72), Papel (3), Cartón (32), De Polietileno (PET) (2), Fierro (73), Rebaba de hierro gris (341), Otro (3749.7).	4,337.7
45	Cuernavaca	Industrias Tecnos S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Fabricación de cartuchos deportivos y reglamentarios de armas de bajo calibre	Restos de alimentos (5), Papel (15), Cartón (59), Madera (59), De Polietileno (PET) (2.4), Hule (.5), Plástico ABS (2.5), Latas de Aluminio (2).	145.9
46	Cuernavaca	Sanatorio Henri Dunant A. C.	C	De 27,39 hasta 250	Servicio de salud	Restos de alimentos (40), Restos de jardinería y podas (4), Papel (1.5), Cartón (3), Vidrio (6), Algodón y Trapo (16), Garrafas de plástico y botella de PET (8), Fierro (3), Residuos de laboratorios (4.5).	86.0
47	Cuernavaca	Kastro Automotriz S.A. de C.V.	D	Menos de 27,39	Compra y venta de autos y camiones usados y servicio automotriz	Papel (1.186), Cartón (0.333), Hule (0.433).	1.9
48	Cuernavaca	Prym Consumer México, S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Aluminio, fierro	Restos de alimentos (14.7906), Restos de jardinería y podas (0.1313), Papel (1.7800), Cartón (1.000), Madera (4.7400), Vidrio (0.0107), Algodón y Trapo (0.6500), De Polietileno (PET) (0.2600), De Polipropileno (PP) (0.0004), De Policloruro de vinilo (PVC) (3.9000), De Policarbonato (PC) (0.0004), De Poliestireno (PS) (0.0071), Plástico ABS (0.1733), Plástico policarbonato ABS (0.0036), Acero inoxidable (0.0810), Alambre (0.1621), Aluminio (5.8389), Chatarra aluminio (0.0810), Chatarra de acero (0.2432), Fleje de acero (0.0405), Latón (0.0810), Rebaba de acero (0.4866), Rebaba de aluminio (3.8925).	38.0

49	Jiutepec	Nova Pack S.A. de C.V.	B	Mas de 250 hasta 1 000	Producción de otros artículos de plástico	Restos de alimentos (5), Restos de jardinería y podas (20), Papel (300), Cartón (63), Madera (90), De Polietileno (PET) (238), bolsas de plástico (200), Latas de Aluminio (3), Rebaba de acero (10).	929.8
50	Jiutepec	Nova Pack S.A. de C.V.	B	Mas de 250 hasta 1 000	Producción de otros artículos de plástico	De Polietileno (PET) bolsas de plástico (200), Latas de Aluminio (3), Rebaba de acero (10).	213.8
51	Emiliano Zapata	Equipos Médicos Vizcarraga, S.A. de C.V.	C	De 27,39 hasta 250	Fabricación de equipo médico para venoclisis	Restos de jardinería y podas (1), Otros (16.78), Otro (11.33), Latas de Aluminio (0.36), Contenedores de cartón limpios (7.40), Piezas de poliuretano (3.4), Otro (3.86), Otros (1.67).	45.8
52	Jiutepec	Nissan Mexicana, S.A. de C.V.	A	Mas de 1 000	Ensamble de vehículos automotores	Restos de alimentos (251.58), Restos de jardinería y podas (541.24), Papel (179.34), Cartón (6890.71), Madera (2201.06), Vidrio (88.17), Algodón y Trapo (120.58), Otros (87.39), De Polietilenos de baja y alta densidad (PELD yPEHD) (530.71), De Polipropileno (PP) (107.43), De Policloruro de vinilo (PVC) (0.12), De Poliestireno (PS) (176.47), Fleje de Plástico (43.73), Garrafas de plástico y botella de PET (41.58), Otro (295.44), Latas de Aluminio (39.75), Aluminio (1.49), Bronce (1.37), Chatarra aluminio (34.9), Chatarra de acero (4697.58), Cobre (58.59), Otros (3.61), Residuos de actividades médicoasistenciales a humanos (0.24), Neumáticos usados (39.38), Otros (1164.52), Cartuchos de tonner (5.27), Lodos residuales no peligrosos de sistemas detratamiento (331.74), Otros que requieran de un manejoespecifico (900.83), especificar (5.81), especificar (2766.02), especificar (3.98).	21,610.8
TOTAL GENERADO (KG/DÍA)							73,795.69
TOTAL GENERADO (TON/AÑO)							26,935.43

PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL ESTADO DE MORELOS

POLÍTICAS	ESTRATEGIAS	ACCIONES	ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	PLAZO DE EJECUCIÓN			RESPONSABLE
				C	M	L	
REGIONALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS							

Fortalecimiento de la regionalización como instrumento en la Gestión Integral de los Residuos.	Plantear soluciones regionales en la prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Gestionar ante el Congreso por solicitud de los municipios la conformación de las Organismos Operadores. Intermunicipales.		X	X		Estado y Municipios.	
		Aprobar la creación de organismos operadores intermunicipales.		X	X		Congreso.	
		Elaborar y actualizar periódicamente Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	Elaborar los Programas Regionales de Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial de las Regiones Poniente, Centro Sur, Sur Oriente, Nor Oriente, Centro, Zona Conurbada, Alto de Morelos.		X	X		Estado y Municipios.
			Elaborar el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial del municipio de Huitzilac	X	X			Municipio.
		Establecer y compartir un sistema de información estatal de los RSU, RME y RP.	Elaborar el Inventario de RSU, RME y RP.	X	X	X		Federación, Estado, Municipios, Generadores y Prestadores de Servicios de RME y RP.
			Sistematizar la información.		X	X		Estado y Municipios.
	Elaborar un Programa Estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los Residuos.	Programa Estatal para la atención a contingencias relacionadas con el manejo integral de los Residuos.		X	X		Estado.	
	Estimular la asociación de municipios para implementar soluciones regionales aprovechando las economías de escala.	Identificar recursos que permitan la implementación de la GIS en las regiones.		X	X	X		Federación, Estado y Municipios.
		Realizar gestiones para atraer recursos de la Federación, Congreso de la Unión y del Estado, Instituciones Financieras, Asociaciones Privadas, entre otros.		X	X	X		Federación, Estado y Municipios.
		Establecer la infraestructura regional para el manejo integral de RSU y RME, en sitios con pasivos ambientales.		X	X	X		Estado y Municipios.
MARCO LEGAL								
Actualizar, elaborar y procurar el marco legal del Estado y Municipios.	Asegurar la procuración, actualizar y fortalecer el marco legal.	Gestionar ante el Congreso del Estado instrumentos que obliguen a los municipios a elaborar, presentar y ejecutar los Planes de Regularización de los Sitios de Disposición Final.		X	X		Estado.	
		Elaborar las Normas Técnicas Correspondientes.	Normas Técnicas sobre : - Especificaciones de diseño y construcción de SDF para residuos de la construcción; - La regulación del uso de plásticos de lenta degradación en bolsas, envases y embalajes; - Diseño del sistema de almacenamiento temporal; Especificaciones para optimizar los sistemas de barrido y de recolección; - Transporte de RSU y RME; - Construcción y operación de Estaciones de Transferencia. - Construcción y operación de Plantas de Selección. - Construcción y operación de Centro de Acopio de Materiales Valorizables. - Acopio y Disposición de Llantas.		X	X		Estado.
		Garantizar que el Estado y los Municipios cuenten con personal suficiente y capacitado en materia legal de residuos.	Formación y capacitación continúa a funcionarios y establecer programas periódicos de verificación.	X	X	X		Estado y Municipios.

	Definir las competencias de los organismos y actores que participan o deban involucrarse en la prevención y GIS de los residuos.	Suscribir con la federación los convenios o acuerdos de coordinación para la autorización y el control de las actividades realizadas por los microgeneradores de residuos peligrosos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; el control de los residuos peligrosos que estén sujetos a los planes de manejo; el establecimiento y actualización de los registros que correspondan en los casos anteriores; y la imposición de las sanciones aplicables.			X		Federación, Estado y Municipios.
		Actualizar y/o elaborar los bandos de policía y buen gobierno, y elaborar los reglamentos de prevención y gestión integral de los residuos en los municipios.	Elabora un modelo de reglamentos de prevención y Gestión Integral de los Residuos en los municipios.	x	x	x	Estado y Municipios.
	Establecer un marco jurídico que permita mejorar el sistema de recaudación por parte de los municipios.	Considerar en la Ley de Ingresos de los Municipios un sistema tarifario del manejo integral de residuos para lograr la sustentabilidad del servicio.	Elaborar un estudio técnico sobre las tarifas aplicables al derecho por la prestación del servicio público de limpieza, recolección, traslado, tratamiento y disposición final, comprendido en las etapas del manejo integral de residuos sólidos urbanos.	X	X		Municipios.
	Incluir en los instrumentos de Planeación Estatal y Local, los sitios para la creación de infraestructura para el Manejo Integral de Residuos.	Generar y proporcionar la información de la ubicación de infraestructura del manejo integral de residuos para que sea incluida en el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico, Programa Estatal de Desarrollo Urbano, Programa Municipal de Desarrollo y en los Ordenamientos Ecológicos locales.	Estudios y proyectos para la selección y ubicación de sitios para el manejo integral de residuos.		X	X	Estado y Municipios.
PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN							
Prevención, minimización y valorización de los subproductos contenidos en los RSU y RME aplicando principios de reducción, reutilización y reciclaje.	Promover la prevención y minimización de los RSU y RME (concepto de las 3 R's, reducir, reutilizar y reciclar).	Diseñar e implementar campañas de difusión y concientización que incentiven la participación ciudadana en la prevención, el aprovechamiento y valorización de los residuos.	Diseño de Campaña de Difusión para la prevención, aprovechamiento y valorización de los residuos.	X	X	X	Estado, Municipios, Medios masivos de comunicación.
		Realizar convenios con instituciones educativas y de investigación para el desarrollo e implementación de programas de investigación científica y tecnológica para fortalecer la Gestión Integral de los RSU y RME.		X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas y de Investigación, sociedad civil organizada, etc.
		Realizar congresos, seminarios y cursos de difusión y capacitación en los aspectos de la gestión integral de residuos.		X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Instituciones Educativas y de Investigación, Iniciativa Privada, sociedad civil organizada, etc.
	Fomentar el aprovechamiento y valorización de los residuos.	Promover estímulos fiscales a la participación del sector privado en la prestación del Sistema de Aseo Urbano y en la valorización de los subproductos.	Desarrollo de los mecanismos para el otorgamiento de estímulos fiscales.		X	X	Federación, Estado y Municipios.
		Comprometer la participación de las Cámaras Industriales, iniciativa privada y centros de investigación en la solución de los problemas inherentes a los residuos, así como la aplicación de tecnologías sustentables.		X	X	X	Estado y Municipios, Iniciativa Privada, Camaras Industriales, Asociaciones Civiles, instituciones de educación e investigación.
		Establecer un centro de aprovechamiento y valorización de residuos.	Realizar un estudio para determinar la factibilidad de la instalación de un centro de aprovechamiento y valorización de residuos.		X		Estatad.
			Elaborar Proyecto Ejecutivo, Construcción y Operación de un Centro de Aprovechamiento y Valorización de Residuos.		X	X	Federación, Estado, Municipios, Iniciativa Privada, Instituciones Acadámicas y Financieras.
		Establecer Centros de Acopio Municipales o Regionales de materiales valorizables y residuos orgánicos.	Proyectos Ejecutivos para la construcción y operación de Centros de Acopio.	X	X	X	Municipios.
		Promover la instalación de centros de acopio de materiales valorizables.		X	X	X	Escuelas, Iglesias, Centros Comerciales, Iniciativa Privada, Sociedad Civil Organizada, etc.
ORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL							
Fortalecimiento institucional de la Gestión Integral de Residuos.	Implementar la transversalidad para optimizar la Gestión Integral de Residuos.	Promover y sensibilizar a los actores de la transversalidad en la Gestión Integral de los Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Actualizar el marco normativo para incluir la transversalidad en la Gestión Integral de Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Crear en la CEAMA una unidad asesora en aspectos técnicos y legales sobre residuos sólidos que apoye la gestión de los municipios.		X			Estado
	Contar con el capital humano en cantidad y calidad para la Gestión Integral de Residuos.	Conformar el Organo de Consulta.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Establecer un instrumento de organización técnico-administrativo.	Elaborar y actualizar un manual de estructura organizacional técnico-	X	X	X	Estado, Municipios, Organo de Consulta.

			administrativo.				
		Selección y contratación de personal suficiente, conforme al manual de estructura organizacional técnico-administrativo.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Elaboración de convenios o acuerdos con instituciones académicas, públicas, privadas, asociaciones civiles, etc., para el desarrollo e implementación del programa de capacitación.		X	X	X	Estado, Municipios, Organismos Operadores, instituciones académicas, públicas, privadas, asociaciones civiles, etc.
		Diseño e implementación de programas de capacitación a nivel directivo, gerencial, técnico, operacional y formación académica relacionados con la Gestión Integral de Residuos.	Elaborar y actualizar el programa de capacitación que incluya los temas sobre la Gestión Integral de Residuos.	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas Públicas y Privadas, Asociaciones Civiles.
			Elaboración y actualización de manuales de procedimientos técnico-administrativos para la gestión integral de residuos.	X	X	X	Estado, Municipios, Instituciones Educativas Públicas y Privadas, Asociaciones Civiles.
		Establecer un programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.	Elaborar el programa de Higiene y Seguridad Ocupacional.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Desarrollar instrumentos de planeación y metodologías para la Gestión Integral de Residuos.	Contar con instrumentos de planeación que permitan la implementación de la Gestión Integral de Residuos.	Programa de prevención y mantenimiento de infraestructura para el manejo integral de residuos.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
			Programa de adquisición y sustitución de infraestructura y equipamiento para el manejo integral de residuos.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
		Establecer una metodología de manejo y control de costos involucrados en la GIS de los RSU.	Elaboración de un modelo tarifario estatal en el manejo integral de RSU y RME.	X	X	X	Estado, Municipios, Organo de Consulta, instituciones publicas y privadas.
	Promover el otorgamiento de concesiones de los servicios que conforman el sistema de manejo integral de los RSU y RME.	Evaluar el proceso de concesión del manejo integral de residuos al sector privado para establecer su rentabilidad económica y financiera, y garantizar la calidad y cobertura del servicio.	Estudio de análisis para la concesión de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial.	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores.
ECONÓMICA							
Atracción de Recursos Económicos y optimización de su aplicación.	Establecer mecanismos de inversión y financiamiento para la implementación de la Gestión Integral de los Residuos.	Incluir la Gestión Integral de los Residuos en los Programas Operativos Anuales de inversión y operación.		X	X	X	Estado, Municipios, Organismos Operadores, instituciones publicas y privadas, iniciativa privada, etc.
		Desarrollar mecanismos especiales de financiamiento.		X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores
		Consolidar un modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de residuos sólidos.	Elaboración de un modelo de autosuficiencia financiera para la sostenibilidad del manejo integral de residuos sólidos.	X	X		Municipios y Organismos Operadores.
		Invitar a los organismos de cooperación técnica y financiera internacional a conformar el fondo de inversión para establecer la Gestión Integral de Residuos.		X	X	X	Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Realizar gestiones para la obtención de recursos ante la Federación, Banco Mundial, Agencias de Cooperación, entre otros.		X	X	X	Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Gestionar ante el Congreso del Estado partidas especiales para realizar inversiones en el manejo integral de los residuos.		X	X	X	Congreso del Estado, Estado y Municipios.
		Establecer indicadores de costos de los subsistemas que conforman la gestión integral.					
ÁREA TÉCNICA							
Lograr la sustentabilidad en la gestión integral de residuos a través de la Reducción, Valorización y Manejo Integral de los RSU y RME.	Establecer la Reducción de RSU y RME.	Instituir el premio anual de investigación y desarrollo de alternativas para el reuso, valorización y tratamiento de los residuos.	Desarrollar el mecanismo para el otorgamiento del premio anual de investigación y desarrollo.	X	X		Estado, Congreso del Estado, Instituciones académicas e Iniciativa Privada.
		Sustituir el uso de plástico de lenta degradación en bolsas, envases y embalajes.	Elaborar las normas técnicas correspondientes.	X	X	X	Estado, Congreso del Estado, Instituciones Académicas, Iniciativa Privada y Cámaras involucradas, etc.
		Promover el reuso a través de campañas de difusión y concientización.	DDiseño de campaña de difusión y concientización de reuso de bolsas y recipientes de plástico.	X	X	X	Estado, Municipios, Asociaciones, etc.
		Difundir y dar seguimiento al Registro de Planes de Manejo de RME.		X	X		Estado y Grandes Generadores de RME.
	Promover la Separación y Establecer la Valorización de los Residuos.	Promover la separación en la fuente.	Actualizar de manera trianual los estudios de generación y composición de RSU y RME.	X	X	X	Municipios.

			Programas Municipales de Separación de Residuos.	X	X		Municipios.
	Promover la instalación de Plantas de Separación.		Elaborar proyecto ejecutivo para la construcción y operación de planta de separación de la Región Centro, Altos de Morelos, Cuernavaca y en las que se requieran.	X	X		Estado, Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
	Promover la instalación de centros de acopio.		Centros de acopio de materiales valorizables en instituciones educativas y centros religiosos.	X	X	X	Estado y Asociación Civil.
			Centros de acopio particulares de materiales valorizables .	X	X	X	Estado e Iniciativa privada.
			Centro de acopio municipales de materiales valorizables.	X	X	X	Estado y Municipios.
			Programa de acopio y destrucción de llantas.	X	X	X	Estado, Municipios e Iniciativa Privada.
	Fomentar el Reciclaje y Tratamientos de RSU y RME.	Fomentar el desarrollo de la industria del reciclaje.	Estudio de factibilidad técnico-económica para la instalación y operación de un parque industrial de reciclaje, tratamientos y generación de energía.	X	X		Federación y Estado.
			Estudio de factibilidad técnica-económica para la instalación y operación de una planta de generación de energía a través de tratamiento de residuos.	X	X		Federación y Estado.
			Generar y difundir incentivos para el establecimiento de industrias del reciclaje en el territorio del Estado.	X	X	X	Federación y Estado.
		Fomentar la investigación y el desarrollo del compostaje.			X	X	X
Fomentar el compostaje en sitios de disposición final			X	X	X	Estado, Municipios.	
Uniformizar las características de los sistemas de almacenamiento temporal en las diversas fuentes generadoras de RSU y RME.	Establecer instrumento técnico de almacenamiento temporal en los parques, jardines, vías públicas, centros comerciales, etc.	Desarrollar la norma técnica de almacenamiento temporal de RSU y RME.	X	X		Estado, Congreso del Estado y Municipios.	
Mejorar la eficiencia y cobertura de los sistemas de barrido y promover la limpieza de áreas públicas y vialidades.	Optimizar el sistema de Barrido.	Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de barrido manual y mecánico.	X	X		Municipios y Organismos Operadores.	
		Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de barrido.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.	
		Programa de sustitución de equipo de barrido.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.	
		Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de barrido.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.	
	Promover a la ciudadanía y empresarios el barrido de los frentes de sus viviendas y sitios de trabajo.			X	X	X	Estado, Municipios y Población en General.
Mejorar la eficiencia y cobertura de los sistemas de recolección de RSU y RME, y	Optimizar el sistema de Recolección.	Elaborar el estudio para la optimización de las rutas de recolección.	X	X		Municipios y Organismos Operadores.	
		Elaborar el	X	X		Municipios y Organismos Operadores.	

regular el traslado de estos hasta su almacenamiento, tratamiento o disposición final.		programa de recolección selectiva.				
		Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de recolección.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
		Programa de sustitución de equipo de recolección, que incluya una selección técnica del mismo en función de los requerimientos conforme a la zona a utilizar.	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores, Concesionario.
		Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sistema de recolección.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
	Reducir costos de operación y eficientar los sistemas de recolección.	Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Altos de Morelos.	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Construir y operar estación de Transferencia de la Región Altos de Morelos en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Tlayacapan.	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Proyecto Ejecutivo para la construcción y operación de la estación de transferencia de la Región Centro, en el Sitio de Disposición Final del Municipio de Yauatepec.	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Construir y operar estación de Transferencia de la Región Centro.	X	X		Estado, Municipios y Organismos Operadores.
		Elaborar y aplicar indicadores de desempeño de las estaciones de transferencia.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
		Elaborar proyectos ejecutivos y construir y operar estaciones de transferencia en las regiones que así lo requieran.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
		Crear instrumentos técnico normativos.	Elaborar norma técnica para el transporte de RSU y RME.	X	X	
	Elaborar norma técnica para la instalación y operación de Estaciones de Transferencia.		X	X		Estado, Congreso del Estado y Municipios.
Disminuir los gases de efecto invernadero a través de la correcta disposición final de los residuos.	Regularización de Sitios de Disposición Final.	Sitios no controlados (PR para clausura de los sitios siguientes: El Cuiji en Amacuzac; Atlalahucan en Atlalahucan; El Papayo, Atlacahualoya, Ejido de Almolonca, Ahuaxtla y Libramiento, en Axochiapan; Moyotepec en Ayala; Jantetelco en Jantetelco; Tetelilla, Amacuitlapilco en Jonacatepec; El jabonero en Mazatepec; El Paredón en Miauatlán; Ocuituco en Ocuituco; El Estudiante en Puente de Ixtla;	X	X		Estado, Municipios y Particulares.

PARTICIPACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL.			Tetlama y Mina San Felipe en Temixco; Ejido de Tecajec en Temoac; Cerro del Horno, Zacapalco e Ixtitlico en Tepalcingo; Amilcingo en Tepoztlán; El Charco en Tetecala; Tetela del Volcán en Tetela del Volcán; Chantepec en Tlalnepantla; Cuauhtla y El Chiquihuite en Tlaltizapán; Campo Zacualpan en Tlaquiltenango; Paraíso del Sol en Tlayacapan; Santa Bárbara, en Totolapan; El Zarco en Yautepec; Tiradero particular en Yecapixtla; Zacatepec de Hidalgo en Zacatepec de Hidalgo; Zacualpan de Amilpas en Zacualpan de Amilpas).				
			Sitios controlados (Ex Hacienda de Dolores en Emiliano Zapata).		X		Estado y Municipios.
		Construcción de Sitios de Disposición Final en sitios con pasivos ambientales.	Elaboración del Proyecto Ejecutivo para la Construcción y Operación del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.	X			Estado y Municipios.
			Construcción del Relleno Sanitario de la Región Centro Sur.	X	X		Estado y Municipios.
			Construcción del Relleno Sanitario de la Región Sur Oriente.	X	X		Estado y Municipios.
		Operación de Sitios de Disposición Final.	Elaborar o adecuar el Manual de Operación de los Rellenos Sanitarios.	X	X		Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
			Elaborar el Reglamento Interno del Relleno Sanitario.	X	X		Municipios, Organismos Operadores y concesionarios
			Aplicar el programa de monitoreo y postclausura.	X	X	X	Municipios, Organismos Operadores y concesionarios.
			Elaborar y aplicar indicadores de desempeño del sitio de disposición final.	X	X	X	Municipios y Organismos Operadores.
		Elaborar Proyectos MDL y Metano Mercados.	Construcción red de captación y quema de biogás en Milpillas Tetlama.	X	X	X	Estado y Municipio de Temixco.
			Estudio para la generación de energía mediante la quema de gas metano en el sitio de disposición final La Perseverancia en Cuautla.	X	X	X	Estado y Municipio de Cuautla.
			Elaboración de Estudios para el aprovechamiento de biogás de los sitios de disposición final que cuenten con las condiciones técnicas.	X	X	X	Estado y Municipios.

Procurar la participación y el desarrollo social así como el establecimiento de acciones dirigidas a apoyar grupos vulnerables por la gestión integral sustentable.	Atención a la ciudadanía sobre el manejo integral de residuos.	Programa de atención a la ciudadanía sobre el manejo integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Establecer líneas para quejas y sugerencias sobre los servicios del manejo integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Seguimiento de quejas y sugerencias a través de indicadores de desempeño.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Integración de grupos sociales en la planeación y seguimiento de acciones de la gestión integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
	Difusión y concientización.	Realización de Talleres sobre la gestión integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
		Realización de congresos estatales sobre el manejo integral de residuos e intercambio de experiencias exitosas en la Gestión Integral de Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
		Realización de cursos de capacitación sobre el manejo integral de residuos		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
		Realización de foros para la emisión de opiniones de proyectos y servicios relacionados con los residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
		Crear y actualizar una página web para difundir las acciones y programas propuestos y realizados por los Municipios, el Estado, Comunidades, Organizaciones Civiles, Redes, etc. Así como la difusión de prestadores de servicios relacionados con la Gestión Integral de Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios
		Sistematizar y poner a disposición del público la información obtenida en el ejercicio de sus funciones vinculadas a la gestión de los residuos sólidos.		X	X	X	Estado y Municipios
		Difusión en medios masivos de comunicación de los beneficios de realizar el manejo integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
		Difusión sobre los costos que representa el manejo inadecuado de los residuos vs manejo integral; así como la necesidad de pagar por los servicios recibidos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Difusión sobre la corresponsabilidad en el manejo integral de residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas, medios masivos de comunicación.
	Participación de la ciudadanía.	Crear redes de representantes de manzana, para dar seguimiento y emitir opinión sobre los servicios recibidos y proyectos en ejecución.	Programa de concientización ambiental para los usuarios del sistema de manejo de RSU y RME.	X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
			Elaborar indicadores de medición del impacto del programa de concientización ambiental.	X	X	X	Estado y Municipios.
		Crear mecanismos para la participación responsable, activa y efectiva de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a la gestión y manejo integral de los residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
		Convocarán a los grupos sociales organizados a participar en proyectos destinados a generar la información necesaria para sustentar programas de Gestión Integral de Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios.
		Celebrarán convenios con medios de comunicación para la promoción de las acciones de prevención y Gestión Integral de los Residuos.		X	X	X	Estado, Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas, medios masivos de comunicación.
		Promoverán el reconocimiento a los esfuerzos más destacados de la sociedad en materia de prevención y Gestión Integral de los Residuos.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
		Fomentarán y apoyarán la conformación, consolidación y operación de grupos intersectoriales interesados en participar en el diseño e instrumentación de políticas y programas correspondientes.		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil.
	Promoción del Desarrollo Social.	Fomentar el desarrollo de mercados para los materiales, residuos y productos reciclables y reciclados		X	X	X	Estado y Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, prestadores de servicios, organismos operadores.
		Fomentar el desarrollo y uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o aprovechamiento de los Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en forma ambientalmente eficiente y económicamente viable.		X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores
		Capacitación para mejorar la eficiencia de recuperación y reciclaje de materiales valorizables.		X	X	X	Estado, Municipios, Redes, Organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas.
		Establecer un programa de protección a la salud y seguridad de los pepenadores.		X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores
		Establecer convenios con instituciones para capacitación a pepenadores en desarrollo de habilidades y fuentes alternativas de trabajo.		X	X	X	Federación, Estado, Municipios, Congreso del Estado, Organismos Operadores

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

1. Alternativas de tratamiento de RSU

Con mayor o menor tecnificación, los residuos sólidos urbanos (RSU) se han tratado desde hace mucho tiempo para reducir su peso y volumen, o incluso con la intención de obtener algún subproducto aprovechable. Las tecnologías básicas de tratamiento de residuos más comunes a nivel internacional son el composteo y la incineración, el avance científico y tecnológico ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías a base de procesos químicos, físicos o combinaciones de éstos, que ofrecen diferentes soluciones para disminuir el impacto ambiental asociado a los RSU que se disponen en rellenos sanitarios.

Actualmente, los procesos de tratamiento en México operan a nivel piloto o a escala no comercial; sin embargo, la entrada en vigor de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) a dado paso a impulsar un cambio en este ámbito, al establecer entre sus principios “La valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas”, así como “La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada”.

En cuanto a economía, eficiencia y aplicabilidad, la oferta de tecnologías de tratamiento es muy variada: existen tecnologías basadas en procesos biológicos, como composteo y digestión anaerobia; procesos térmicos como incineración, pirólisis, gasificación (oxidación térmica) y deshidratación; procesos híbridos, como el tratamiento mecánico-biológico (TMB); así como procesos físico-químicos innovadores, como la mineralización y la producción de ladrillos a base de RSU. No obstante, varias de estas tecnologías se han utilizado con mayor o menor frecuencia para el tratamiento de otras fuentes de residuos, por lo que su experiencia en el procesamiento de RSU es limitada.

En los siguientes apartados se describirán aspectos generales de cada una de las tecnologías mencionadas

1.1. Composteo

El composteo es un proceso biológico que involucra la degradación aerobia de materiales orgánicos para obtener un producto estable con apariencia de humus, el cual se conoce como composta. El éxito del composteo depende de muchos aspectos que pueden ser biológicos, físicos y químicos; los más relevantes se describen a continuación.

Aspectos biológicos

Microorganismos. Los microorganismos, tales como bacterias, hongos y actinomicetos juegan un rol determinante en la degradación de la materia orgánica; otros organismos superiores, entre ellos larvas y lombrices también están involucrados, pero a un nivel menos significativo que los anteriores.

Cada tipo de microorganismo puede consumir un sustrato determinado y cuando las moléculas orgánicas que requieren no están disponibles, pueden quedar en stand-by o morir; surge una nueva generación de microorganismos que utiliza como fuente de energía los productos finales de la actividad metabólica de la generación anterior. Esta cadena de diferentes tipos de microorganismos continúa casi hasta agotar la materia orgánica; en este momento el producto se considera composta terminada y se compone básicamente de células y subproductos de la degradación microbiana, así como partículas no descompuestas de origen orgánico e inorgánico.

Al principio la degradación puede ser lenta debido a que la población de microorganismos es reducida; sin embargo, a medida que crecen las poblaciones en las primeras horas o días, la degradación se acelera. El número y tipo de microorganismos, en general, no son un factor limitante en el proceso del composteo de RSU, ya que estos sustratos normalmente contienen una diversidad adecuada de microorganismos, por lo que no se necesitan inóculos.

En la primera fase del proceso de composteo, que comienza bajo el impacto de bacterias mesófilas, la temperatura del material aumenta rápidamente y el proceso de biodegradación empieza; la temperatura puede subir hasta 75°C.

Durante la segunda fase, la fermentación principal, la temperatura sigue manteniéndose en un nivel relativamente alto a causa del calor producido por la actividad microbiológica. En esta fase, la biodegradación se realiza por bacterias termófilas y pueden aparecer algunos tipos de hongos termófilos. La fase principal del composteo puede durar entre 2 y 4 semanas en plantas mecanizadas, el doble, en plantas manuales.

La velocidad del proceso de composteo alcanza su nivel más alto durante las dos primeras fases. Paralelamente, las emisiones, así como la necesidad de aireación y humedad, también se encuentran sobre su nivel más alto. Por esta causa, el control del proceso es especialmente importante durante este tiempo.

La última fase del proceso es la maduración e higienización. El proceso de biodegradación se desarrolla más despacio y las emisiones también disminuyen. En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase. Sin embargo, es ventajoso continuar la mezcla y el movimiento del material para obtener un producto homogéneo e higiénico.

Aunque la mayoría de los microorganismos se consideran benéficos para el proceso de composteo y pueden estar presentes en el producto final, algunos pueden ser patógenos para humanos, animales o plantas y deben inactivarse antes que la composta sea utilizada; esto se logra controlando la temperatura del proceso, como se explica en apartados posteriores.

Aspectos físicos

Aireación. Para asegurar una buena aireación, hay que agregar un porcentaje de material grueso, especialmente para estructurar la mezcla cuando la densidad de los residuos es demasiado alta ($> 700 \text{ kg/m}^3$) y, por consecuencia, el aire no puede circular con facilidad. En general, el suministro de material grueso se puede realizar con la fracción gruesa que se separó antes o con la fracción gruesa de composta madura.

La aireación del material puede hacerse con presión o succión. En el caso del composteo en pilas, la tubería para la aireación se integra generalmente en el suelo del área de fermentación. Para plantas abiertas es mejor la aireación con succión, para impedir la dispersión de emisiones al aire. Para evitar que ocurran condiciones anaerobias, se recomienda no formar pilas más altas de 1.5 m, con un corte de triángulo simétrico. Si se hace el composteo en celdas, la altura del material no debe exceder a 1.2 m. Cuando se utiliza aireación artificial, la necesidad de aire varía entre 6 y 8 de aire/kg de material seco-hora.

Mezcla y movimiento. Al inicio del proceso los residuos tienen poros de varias dimensiones que se encuentran dispersos de forma heterogénea. El aire, venido de aireación natural o artificial, pasa por las aberturas más grandes, por consecuencia pueden ocurrir condiciones anaeróbicas en lugares con alta densidad y poros pequeños. La biodegradación anaerobia no es deseable en una planta de composteo debido a que se generan olores e interrumpe el proceso de biodegradación aerobia.

Se necesita mezclar y mover los residuos frecuente y regularmente para evitar la descomposición anaerobia; en plantas semi-mecanizadas la mezcla y el

movimiento del material se realiza con ayuda de cargadores; en plantas operadas completamente a mano, ese trabajo se realiza con palas. Una circulación suficiente del aire puede asegurarse solamente si está garantizada la dispersión homogénea del cuerpo de residuos orgánicos. Un impacto positivo adicional que se obtiene con la mezcla de los residuos es que la temperatura también se homogeniza dentro de la pila.

En plantas donde la mezcla del material se realiza con máquinas cargadoras, máquinas automáticas o por obreros con palas, el material se mueve según el desarrollo del proceso de la entrada a la salida del área de fermentación. Si el composteo se realiza con montones (pilas) triangulares, el material se transporta de la primera pila (residuos en bruto) al segundo; después de un cierto tiempo (aproximadamente una semana), al tercero etc., y así sucesivamente hasta el último, como composta madura.

Temperatura. La temperatura es un factor importante, ya que cada grupo de organismos tiene una temperatura óptima; el rango de vida se divide generalmente en tres subcategorías: (i) criofílica, su rango es de 5 a 10°C; (ii) mesofílica, de 10 a 40 ó 45°C; y (iii) termofílica, de 40 hasta 70°C.

Los sistemas de composteo se diseñan para trabajar en las etapas mesofílica y termofílica, la razón es que en la etapa mesofílica la degradación es más rápida y en la termofílica las semillas y patógenos mueren. En la tabla 1 se observan las temperaturas típicas a las cuales diferentes patógenos y parásitos no sobreviven.

Tabla 1. Temperatura a la cual mueren patógenos y parásitos

Organismo	Comentario
Salmonella typhosa	Su crecimiento se detiene más allá de los 46°C, muere con 30 min. entre los 55-60°C.
Salmonella spp	Muere con 1hr a 56°C, muere de 15 a 20 min a 60°C.
Shigella spp	Muere con 1hr a 55°C
Escherichia coli	La mayoría muere a 1hr a 55°C y de 15 a 20 min a 60°C
Endamoeba histolytica	Punto de muerte a 68°C
Taenia saginata	Muere con 5 min a 71°C
Trichinella spiralis	Punto de muerte a 62-72°C
Necator americanus	Muere 50 min a 45°C
Brucella abortus	Muere con 3 min a 61°C
Micrococcus pyogenes	Muere con 10 min a 50°C
Mycobacterium tuberculosis	Muere en 15-20 min a 66°C
Mycobacterium diphtheriae	Muere en 45 min a 55°C

Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de Golueke, 1972.

El rango de trabajo del proceso de composteo es de 35 a 55°C; debido a que en el proceso actúan muchos grupos de organismos cuyo rango de trabajo no necesariamente coinciden.

Tamaño de partícula. El tamaño de las partículas que conforman el material que se va a procesar es crítico. Debido a que las partículas pequeñas tienen mayor área superficial por unidad de peso, facilitan la actividad microbiana en su superficie, promoviendo la descomposición rápida de la materia. Sin embargo, si

todas las partículas se molieran se empacarían de tal forma que impedirían la libre circulación del aire; esto es especialmente importante cuando el material tiene mucha humedad. A medida que el composteo progresa, ocurre un proceso natural de reducción de tamaño, debido a la degradación y al volteo de las pilas de composta (USEPA, 1995).

Aspectos químicos

Relación carbono: nitrógeno (C:N). Con respecto a las necesidades nutricionales de los microorganismos que llevan a cabo el composteo, la relación C:N es de las más importantes. La relación C:N es función de las diferencias relativas de dos elementos que utilizan los microorganismos en su metabolismo para construir nueva estructura celular y se considera crítica para determinar la tasa de degradación. Una relación C:N de 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno se considera ideal, una relación superior tiende a retrasar el proceso de degradación, mientras que si la relación es inferior a 25:1 se pueden presentar problemas de olores. Para RSU la relación C:N es normalmente de 40 a 100:1, y al final del proceso llega hasta 15:1 (USEPA, 1995).

Para disminuir la relación C:N se debe agregar material que contenga nitrógeno, como residuos de jardinería, estiércol o biosólidos, o bien composta madura. La tabla 2 muestra el contenido de nitrógeno y la relación carbono/nitrógeno de varios residuos.

Tabla 2. Contenido de nitrógeno y relación C:N de varios residuos.

Residuo	Nitrógeno	Relación C:N
Lodos activados	5	6
Fertilizante animal		4.1
Sangre	10-14	3.0
Estiércol de vaca	1.7	18
Lodos digeridos	2-4	12-15
Pasto	3-6	12-15
Estiércol de caballo	2.3	25
Estiércol de cerdo	3.8	
Cáscara de papa	1.5	25
Estiércol de aves	6.3	15

Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de Díaz, 2000.

Humedad. Uno de los factores que influyen para que la biodegradación de los materiales se lleve a cabo en óptimas condiciones es la humedad y se recomienda que se encuentre entre 50 y 60%. Si hay humedad en exceso el agua puede fluir y formar lixiviados, lo cual implica un problema adicional de manejo de líquidos y eventualmente, induce condiciones anaerobias debido a la saturación de los espacios por donde circula el aire, impidiendo la transferencia de oxígeno al interior de las células.

Por el contrario, si el material está demasiado seco el proceso de biodegradación no puede continuar. Para agregar humedad se puede regar agua manual o mecánicamente con un aspersor puesto sobre las pilas o lechos de material; el principio es el mismo para los dos sistemas. En regiones con poca lluvia, se puede

dejar abierta la planta de composteo para que la lluvia funcione como riego natural. En plantas cubiertas, se puede acumular el agua de los desagües de lluvia para reemplazar parcial o completamente el agua.

pH. El rango de pH tolerado por las bacterias es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante un pH cercano al neutro (6.5-7.5) asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.

Valores de pH superiores a 8 (alcalinos) son también inhibidores del crecimiento haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. De manera natural el grado de acidez varía durante el proceso de composteo y también está acompañado de los respectivos grupos de organismos. Cuando el pH es inferior a 5.5, se puede neutralizar agregando piedra caliza, material calcáreo o carbonato de calcio.

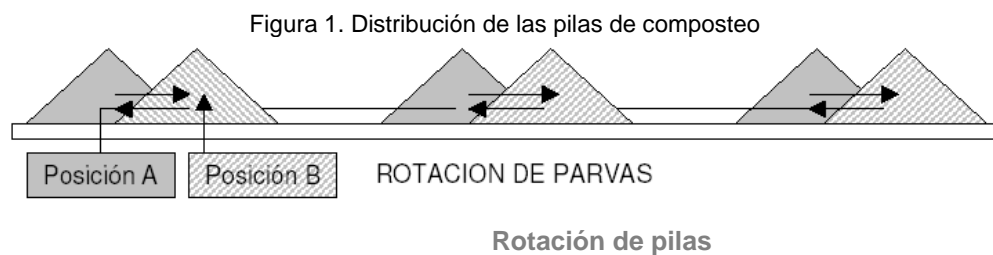
a). Composteo en pilas

El composteo en pilas o también llamado composteo abierto es el más antiguo y sencillo; se caracteriza porque se desarrolla en lugares abiertos en el piso, y el residuo es acomodado en pilas o montones. La aireación se consigue mezclando las pilas periódicamente, de tal manera que todas las partículas queden expuestas a condiciones similares durante el curso de composteo.

La longitud de las pilas puede ser variable, pero la altura es crítica; si la pila es demasiado alta, el material se comprime por su propio peso y entonces puede iniciarse un proceso anaerobio. Si la pila es muy baja pierde calor rápidamente y la temperatura óptima para los organismos termófilos no se alcanza; además, la pérdida de humedad es rápida en las orillas de la pila. Se recomienda que la altura de la pila sea de 1.5 a 1.8 metros. Una tonelada de residuos orgánicos corresponde aproximadamente a una pila no aireada de 1.50 m altura.

La pila pierde volumen durante el proceso de composteo por lo que se debe mantener la altura variando el ancho de la pila cuando se realiza el volteo. El ancho inicial de la pila debe estar entre 2.5 y 3.0m en la base. Normalmente se utiliza la sección trapezoidal en climas semisecos, y semicircular en climas húmedos.

Como regla general se recomienda que la altura sea la mitad de la base, esto permite obtener una buena relación superficie/volumen (OPS-OMS, 1999). La distribución de las pilas se hace considerando la rotación de las mismas, de forma que el material pueda airearse (figura 1).



Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de OPS-OMS, 1999

Una de las razones de voltear la pila es para mantener la cantidad y humedad necesaria en niveles óptimos. La cantidad de veces que se realice el volteo dependerá del contenido de agua en las pilas: si el material está demasiado húmedo, las pilas deben voltearse diariamente hasta que sea de 70% aproximadamente; cuando el valor está entre 60 y 70% se recomienda voltear cada dos días, cuando el rango es de 40 a 60% se debe voltear cada tres días, mientras que si la humedad es menor a 40% es necesario agregar agua.

La duración total del proceso depende de las condiciones locales y el tipo de material, sin embargo, para muchos sustratos, 6 meses es un tiempo suficiente para alcanzar la maduración. La biodegradación principal ocurre durante los primeros 3 meses del proceso; es importante que durante este período se haga regularmente la mezcla del material y se controle la humedad.

Como el volumen del material disminuye con el progreso de la biodegradación, se pueden combinar dos pilas para hacer una, con el fin de economizar el espacio. Si se combinan pilas, es importante que sean pilas que tengan aproximadamente la misma edad, para no mezclar composta madura con inmadura.

El proceso de composteo mecánico tiene diferencias con respecto al manual; entre las más importantes se encuentran las siguientes:

- Los residuos orgánicos se pueden colocar en pilas de mayor altura
- Con el uso de cargadores se pueden utilizar pilas continuas
- Con las pilas más altas y más concentradas, se necesita menos espacio.
- Con aireación y riego automático, el tiempo necesario para el composteo se reduce a aproximadamente 3 meses.

b). Composteo en contenedores o túneles

Para este sistema, se cargan los residuos orgánicos en contenedores con un volumen aproximado de 20 a 70 m³. La ventaja de utilizar contenedores es que se pueden levantar y mover con ayuda de grúas, cuentan con equipo para medir las condiciones atmosféricas dentro del contenedor (para realizar la aireación y adición de humedad de manera óptima) y se acelera el proceso de composteo. Se pueden colocar varios contenedores de manera independiente, con lo que es posible realizar la degradación de distintos materiales que requieran de diferentes condiciones de humedad y aireación. Las emisiones se pueden controlar más eficientemente.

Los contenedores son aptos para compostear residuos biodegradables procedentes de la recolección separada, desechos de parques y jardines y desechos mezclados con estiércol. No se pueden utilizar para el composteo de residuos domésticos no seleccionados.

Una de las desventajas más fuertes de este sistema es que el costo de inversión para los contenedores es alto. Además, los contenedores son sistemas susceptibles a daños mecánicos, por ejemplo residuos mezclados pueden provocar daños al equipo.

Los túneles de composteo son sistemas parecidos a los contenedores, pero son más largos, mejor equipados y no móviles, ya que generalmente cuentan con equipo automático de mezcla, que al mismo tiempo compensa la pérdida de volumen durante la fermentación; además, necesitan muy poco espacio.

c). Operaciones complementarias en una planta de composta

Separación de contaminantes. Al final del proceso pueden quedar elementos extraños dentro de la composta, provenientes de los residuos domiciliarios, ya sea separados en fuente o mezclados, los cuales reducen la calidad de la composta producida. Trozos de plástico, vidrio o metal son tan pequeños que pueden ser difíciles de separar al inicio del proceso, pero una vez que el producto está listo se remueven con facilidad.

Clasificación del producto en fracciones. El abono listo se clasifica con ayuda de tamices en 2 o 3 fracciones. La fracción fina y mediana se puede utilizar como abono para aumentar la calidad o estabilidad del suelo. La fracción gruesa se puede utilizar como filtro biológico, cobertura del relleno sanitario, material de relleno o como material estructurante para las nuevas pilas de composta.

Tratamiento del aire. El tratamiento del aire contaminado es necesario para plantas de composteo mecanizadas (con aireación artificial) que se encuentran cerca de un área habitada. Se puede tratar el aire con ayuda de filtros biológicos. La aireación artificial acelera el proceso de biodegradación pero produce malos olores. En plantas donde se aplica aireación con succión, el aire pasa el cuerpo de residuos y se conduce por la tubería directamente al filtro biológico. En las plantas manuales no aplica el tratamiento del aire.

Tratamiento de lixiviados. Los escurrimientos de las pilas se generan por el agua que contienen los residuos, la percolación de agua de lluvia y el agua de riego, y sale a causa de la presión y los procesos de descomposición. Los lixiviados generados necesitan un tratamiento, si se cuenta con terreno suficiente, se recomienda una laguna de evaporación, que representa la alternativa más económica y sencilla.

d). Costos

Los costos relacionados con la producción de composta pueden variar mucho dependiendo de diversos factores, como la cantidad y tipo de RSU a tratar, la disponibilidad de agentes de volumen, el tipo de proceso a emplear, la necesidad de tratamientos previos y posteriores (tritución, cernido, etc.) y la necesidad de áreas cubiertas por las condiciones climáticas, etc. Las referencias muestran valores diversos; los costos de inversión van de 20,000 a 40,000 USD/ton instalada, mientras que los costos de operación fluctúan entre 25 y 150 USD/m³. (INIFAP-UNAM-SCA, FAO, 2004; Velasco y Volke, 2002; FONATUR, 2004; BID-OPS, 1998).

1.2. Tratamiento Mecánico-Biológico

El objetivo principal del tratamiento mecánico-biológico (TMB) es minimizar el impacto ambiental ocasionado por la disposición final de RSU, mediante la separación y estabilización de su fracción orgánica. Tratamiento mecánico-biológico es un nombre genérico para varios procesos. En su forma más simple, el TMB estabiliza por medio de procesos biológicos la fracción orgánica de los residuos, para posteriormente disponerla en rellenos sanitarios, sin embargo se pueden encontrar muchos arreglos, en los cuales la estabilización biológica se acompaña de la recuperación de materiales reciclables, digestión anaerobia, producción de combustible derivado de residuos, etc.

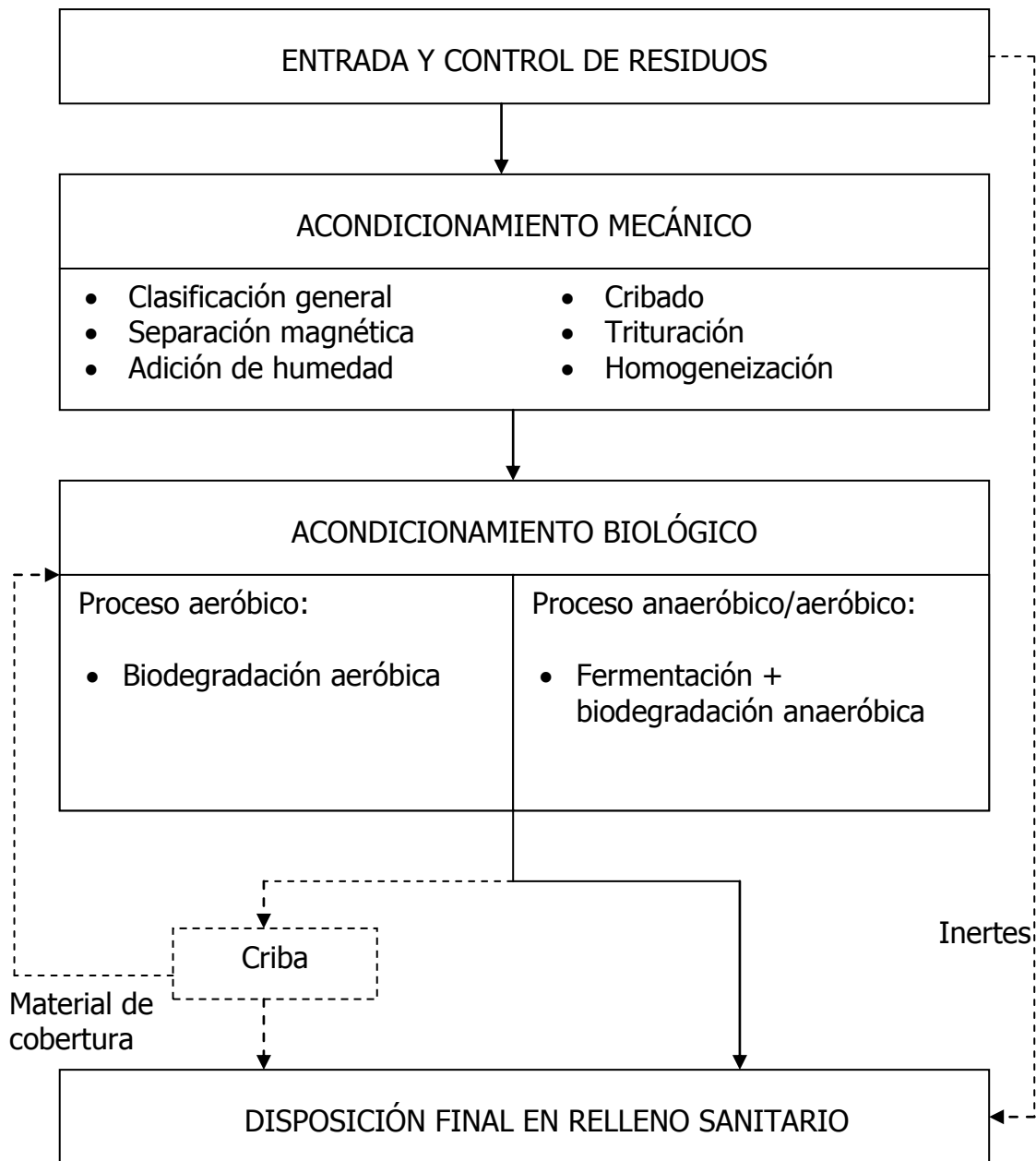
En el TMB algunas partes se remueven mecánicamente y otras se tratan de forma biológica. El resultado de estos procesos es una fracción residual más pequeña

que la original, más estable y, eventualmente, disponible para otros posibles usos, con lo cual se minimiza el volumen de los residuos dispuestos en rellenos sanitarios y la generación de biogás. El tratamiento mecánico biológico se lleva a cabo en 4 etapas que se describen en la figura 2.

a). Entrega y control de residuos

En la fase de entrega de los desechos debe llevarse a cabo el registro y el pesaje de los mismos. Además se debe, mediante un primer control visual, separar las fracciones no aptas para un tratamiento mecánico biológico o que pueden tener efectos negativos sobre este tipo de tratamiento. Estas fracciones deben ser depuestas directamente en el relleno sanitario, desviadas para su aprovechamiento o sometidas a otro tipo de tratamiento.

Figura 2. Etapas del tratamiento mecánico-biológico de RSU.



Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de Kebekus et al., 2000

b). Acondicionamiento mecánico

El acondicionamiento mecánico de los residuos comprende, en un principio, las siguientes fases: (i) Separación de materiales; (ii) Trituración/Disgregación; y (iii) Homogeneización y regulación del contenido de agua.

Cada fase se realiza dependiendo de las condiciones existentes y en concordancia con el procedimiento seleccionado para el tratamiento biológico posterior. Influyen factores como la composición de los residuos, la técnica disponible, las alternativas de disposición y aprovechamiento, etc.

Separación. Esta etapa se lleva a cabo para retirar materiales contaminantes y obstaculizantes, tales como las sustancias que tengan un efecto negativo sobre la

fase biológica del tratamiento, o la maquinaria utilizada y que estorban el desarrollo del proceso; asimismo, se retiran los materiales reciclables que, bajo las condiciones existentes, tengan posibilidades de aprovechamiento

Desde el punto de vista ecológico y económico, es mucho más conveniente aprovechar materiales que disponerlos, pues así es posible proteger las materias primas y reducir la cantidad de residuos que deben ser tratados y enviados a disposición final. Los materiales reciclables que pueden separarse en esta fase dependen de las posibilidades de aprovechamiento existentes en el lugar. La separación de una fracción fácilmente combustible debe ser tomada en consideración cuando existen posibilidades para su aprovechamiento energético (incineración para la obtención de energía), y cuando las plantas correspondientes dispongan de las instalaciones necesarias para la depuración de los gases procedentes de la post-combustión.

También se deben retirar los materiales que puedan ser obstaculizantes, de acuerdo a la maquinaria utilizada posteriormente y la forma de tratamiento biológico elegida. Los materiales o sustancias contaminantes tienen, por un lado, un efecto negativo sobre las emisiones procedentes de los residuos depuestos. En el tratamiento mecánico-biológico de residuos los contaminantes orgánicos sólo pueden ser degradados parcialmente, mientras que los contaminantes inorgánicos permanecen inalterados. Por otra parte, los contaminantes no son deseables por motivos de seguridad laboral, pues amenazan la salud de los trabajadores.

La separación manual es un método muy fiable para separar selectivamente, y en buen estado, diferentes fracciones de residuos. Este tipo de separación se adapta de manera muy flexible a modificaciones, por ejemplo, de la composición de residuos o de las posibilidades de aprovechamiento. En la separación manual es fundamental que los trabajadores visualicen fácilmente los residuos que deben ser separados. La separación puede facilitarse mediante el uso de herramientas o maquinaria simples, como cribas o cintas rodantes. Adicionalmente existen, dependiendo de las características del material a ser separado, una variada gama de maquinarias más sofisticadas, como por ejemplo tambores clasificadores, para la separación de una fracción fácilmente combustible, o separadores magnéticos, para la separación de metales ferrosos. Las diferentes formas de separación se distinguen por su rendimiento y sus costos.

Trituración / disgregación. Para el tratamiento biológico es necesario que los desechos estén en condiciones adecuadas para ser procesados, es decir, que no se encuentren en bolsas de plástico. Además, es conveniente triturar los objetos biodegradables de gran tamaño.

En el caso de pequeñas cantidades de desechos, teóricamente se puede considerar una trituración manual, pero generalmente es necesaria la utilización de maquinaria. Para este fin, existen varios tipos de maquinaria, como molinos o trituradoras, con diferentes niveles de trituración y rendimiento. La selección de la maquinaria adecuada depende del tipo de desechos y de su función dentro de la concepción general del acondicionamiento mecánico. La susceptibilidad de avería y el rendimiento son criterios a ser considerados en la selección.

Homogeneización y regulación del contenido de agua. La homogeneización es necesaria cuando en la fase biológica se tratan de manera conjunta distintos tipos de desechos; por ejemplo, si el tratamiento incluye lodos procedentes del

tratamiento de aguas. De esta manera se garantizan, en cuanto a la composición de los desechos, el contenido de agua y la consistencia, características casi homogéneas del material a ser tratado biológicamente. Cuando los desechos están muy secos, pueden ser humedecidos para optimizar su posterior degradación biológica. En la fase de homogeneización esto puede llevarse a cabo añadiendo lodos procedentes de la depuración de aguas o también lixiviados.

La maquinaria adecuada para la homogeneización de los desechos son palas mecánicas o tambores mezcladores. La pala mecánica representa una técnica sencilla de homogeneización, pues en muchos lugares se utiliza para el transporte de los desechos. El tambor mezclador es aconsejable cuando se requiere de maquinaria cerrada, como en el caso de las áreas cercanas a zonas residenciales, para minimizar las emisiones de polvo y los malos olores.

c). Tratamiento biológico

Aspectos generales. En el tratamiento biológico se anticipan, en condiciones controladas y optimizadas, los procesos de degradación biológica que normalmente tendrían lugar en el relleno sanitario. Básicamente ocurre uno de los dos procesos de degradación biológica siguientes: (i) proceso aeróbico o degradación aeróbica, es decir, en presencia de oxígeno en el aire; y (ii) proceso anaeróbico o fermentación, es decir, en ausencia de oxígeno en el aire.

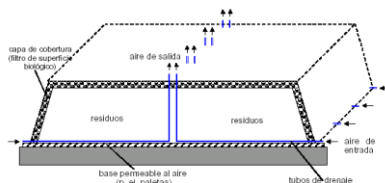
Degradación aeróbica en el relleno sanitario. La degradación aeróbica en el mismo relleno sanitario representa la forma más sencilla de tratamiento, teniendo como objetivo la degradación parcial del material orgánico con un mínimo de esfuerzo. Los desechos se esparcen de manera espaciada y suelta sobre la superficie del relleno sanitario y para garantizar una adecuada oxigenación, aún en las partes más profundas, el grosor de las capas no debe exceder de 1 m. Para evitar que por acción del viento la basura sea arrastrada a los alrededores del relleno sanitario, la superficie deberá ser cubierta con redes u otra manera similar; con el transcurso del tiempo, los desechos se compactan. El proceso de degradación biológica puede ser mejorado aumentando la frecuencia con que se remueven los desechos y, de ser necesario, humedeciéndolos.

Este procedimiento es muy económico y no exige demasiados conocimientos técnicos al personal del relleno sanitario. La única forma de intervenir en el proceso es añadiendo agua o revolviendo los desechos. El rendimiento alcanzado, con una reducción del 50 a 60 % del material orgánico, no es tan elevado como en los demás procesos biológicos. Además, el área específica requerida es elevada: 1 a 2 m²/ton de residuo/año. Una desventaja fundamental de este procedimiento son precisamente las extensas áreas cubiertas de desechos que se encuentran al aire libre. Estas son motivo de malos olores, de plagas de insectos, del arrastre de restos de basura por el viento y de incendios. Por lo tanto, la degradación aeróbica en rellenos sanitarios se recomienda especialmente en regiones rurales y en el caso de pequeñas cantidades de residuos (Kebekus et al., 2000).

Degradación aeróbica en pilas estáticas con aireación pasiva. Los desechos se esparcen con soltura en forma de pilas, sobre la superficie del relleno sanitario o un terreno especialmente acondicionado para tal fin y no se revuelven durante todo el proceso (figura 3). La aireación de las pilas sucede de forma pasiva, aprovechando el calentamiento de los desechos durante la degradación biológica. En la pila se instala un dispositivo de aireación y ventilación (pueden ser tubos de

drenaje) a través del cual, por efecto del ascenso del aire caliente, aire fresco penetra en las pilas por la parte inferior, circulando así por entre los desechos en fase de degradación. Dependiendo de las condiciones climáticas puede ser necesario humedecer las pilas. Las pilas se cubren con un filtro superficial, como desechos ya tratados y cernidos, tezontle, etc. Al finalizar el proceso de degradación aeróbica, se remueve la pila y se disponen los desechos en un lugar separado.

Figura 3. Configuración de una pila de degradación aerobia con aireación pasiva



Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de Kebekus *et al.*, 2000

La degradación aeróbica requiere entre 4 y 12 meses y un área específica de aproximadamente 0.5 a 1.0 m²/ton de residuo/año. Como las pilas no son revueltas ni mezcladas, no siempre se puede garantizar una descomposición homogénea. Por otro lado, el bajo grado de tecnificación hace que los costos de inversión sean comparativamente bajos y las averías del sistema sean raras. En este procedimiento se obtienen reducciones del 60 al 90 % del material orgánico (Kebekus *et al.*, 2000).

Procedimientos intensivos. Los procedimientos intensivos se caracterizan por una gran complejidad técnica y operativa, tanto en el proceso de degradación aeróbica, como en el control de emisiones. En Europa, los procedimientos intensivos están adquiriendo creciente importancia debido a los requerimientos legales existentes relativos al control de emisiones. Existe una gran variedad de conceptos al respecto, así que aquí sólo pueden describirse algunas características básicas.

Al ser muy costoso el tratamiento biológico, en la fase del acondicionamiento mecánico se suelen realizar, grandes esfuerzos para separar los residuos según las diferentes formas de aprovechamiento y tratamiento existentes (clasificación por tipos de residuos). En este caso, sólo se tratan biológicamente las fracciones ricas en material orgánico. El tratamiento biológico puede llevarse a cabo en naves, tambores, túneles, contenedores, etc. Por ejemplo, en el proceso de composteo en pilas, la fracción orgánica se amontona mediante un sistema automático en forma de pilas de corte trapezoidal, se somete a una aireación forzada a través de placas de aireación colocadas en la base y se revuelve automáticamente con la ayuda de máquinas. Mientras se revuelve, el material puede ser humedecido según sea requerido. Las emisiones producidas durante la degradación aeróbica son captadas y tratadas (sistemas cerrados). Así, durante el proceso, los residuos van avanzando desde el punto de entrada al punto de salida. De allí, el material es sometido a una segunda fase de degradación aeróbica o se dispone directamente en el relleno sanitario.

El área específica requerida en los procedimientos intensivos es de aproximadamente 0.2 a 0.3 m²/ton residuos/año. En el caso de los sistemas cerrados (naves, contenedores) se pueden captar las emisiones de gases y polvo así como los malos olores. Además, la degradación aeróbica puede ser controlada y optimizada mediante aireación activa, adición de humedad y revolviendo el material. La degradación principal es sensiblemente más rápida y el material orgánico puede llegar a reducirse hasta en un 95%. La duración del tratamiento mediante el procedimiento descrito es de 2 a 5 semanas, además de 7 a 26 semanas que demora la fase de degradación final. Sin embargo, los costos de construcción y de la técnica son tan elevados, que este procedimiento únicamente puede considerarse para el tratamiento de grandes cantidades de residuos. El elevado grado de automatización hace al sistema altamente susceptible a averiarse, provocando así altos costos de mantenimiento y refacción (Kebekus et al., 2000).

d). Disposición en el relleno sanitario

El tratamiento mecánico-biológico finaliza con la disposición del material tratado en la fase de degradación aeróbica, de forma compacta, en el relleno sanitario. Un relleno sanitario con material procedente del TMB se diferencia en sus características básicas de un relleno sanitario convencional con desechos que no han sido previamente tratados. Estas diferencias se refieren tanto al manejo técnico del relleno sanitario, como al impacto del relleno sanitario sobre el medio ambiente.

e). Aspectos ambientales

En todo tratamiento de residuos, inevitablemente se producirán emisiones, debido a la composición y a las características del material tratado. El tipo y la magnitud de las emisiones resultantes dependen fuertemente del procedimiento seleccionado y las condiciones existentes en el lugar. A continuación se detallan las emisiones más importantes.

Aguas residuales. Durante el tratamiento de desechos se producen aguas residuales. En las fases de entrega y del acondicionamiento mecánico es conveniente impermeabilizar las superficies. Los lixiviados del tratamiento biológico deben ser captados y, dado el caso, utilizados para el humedecimiento del material en proceso de degradación, tratados o eliminados. Cuando un relleno sanitario existente dispone de captación de lixiviados, puede ser conveniente, en caso de métodos simples de tratamiento biológico en pilas, levantar las pilas sobre el relleno sanitario.

Malos olores, gérmenes. En los procedimientos de tratamiento extensivo, los malos olores son inevitables, estos aumentan, por ejemplo, si la oxigenación de las pilas es insuficiente. Para reducir los malos olores y la emisión de gases es posible, en los procedimientos sencillos de tratamiento en pilas, cubrir las pilas con desechos tratados y cernidos. La contaminación con gérmenes puede representar un riesgo para el personal del relleno sanitario, pero no tiene efectos nocivos sobre áreas más alejadas.

Ruido. El uso de maquinaria para la trituración, el cernido, el transporte, la ventilación etc. ocasionará, en muchos casos, ruidos molestos. Esto afecta especialmente al personal de la planta y a la población cercana.

f). Costos

Para plantas de TMB en Europa, McLanaghan (2002) reporta los costos de la tabla 3.

Tabla 3. Costos de inversión y operación de plantas de TMB en Europa

Capacidad (1,000 ton/año)	Costo de inversión (Md)	Costo de operación
50	13.2 – 14.8	El rango es muy amplio, entre 26 y 87 USD/ton de residuo tratado; el límite inferior del rango puede excluir el costo de manejo de los materiales recuperados
60	13.9	
85-100	19.0 – 27.8	
120	27.8	
200	29.5	
220	43.4	

Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de McLanaghan, 2002

La empresa Faber-Ambra indica que el tratamiento mecánico-biológico de residuos podría tener un costo promedio de 12 a 18 USD/ton de residuos tratados, dependiendo de las condiciones locales y del equipo empleado.

g). Experiencia en México y otros países

En Europa, con las restricciones que ha impuesto la normatividad relativa a disposición final de RSU, se ha abierto el mercado para el desarrollo de tecnologías como el TMB; esta tecnología se aplica en ese continente desde hace más de una década, especialmente en Alemania, Austria, Italia y Suiza, a escala comercial, así como en algunos países en desarrollo a escala piloto. En Alemania, de los 35 millones de toneladas que se generan cada año, cerca de 1.8 se tratan en 29 plantas de TMB (GFEA, 2001) y en Italia existen al menos 5 plantas con capacidades entre 135,000 y 270,000 ton/año a cargo de la empresa VKW Anlagenbau und Umweltechnik GMBH, mas 4 de 36,000 a 120,000 ton/año de Ecodeco y una más en Venecia de 150,000 ton/año por parte de la empresa Herhof (McLanaghan, 2002).

Por su parte, en Austria aplica el TMB para el 11% de los residuos generados se procesan mediante este método, y en Alemania cerca del 8%. En este país la empresa Herhof cuenta con 3 plantas de TMB, con capacidades de 85,000, 100,000 y 140,000 ton/año (McLanaghan, 2002), mientras que Faber-Ambra opera otras 4 instalaciones; esta empresa, además, ha impulsado 6 proyectos piloto, en Hungría, Irán, Siria, Tailandia, Brasil y México; este último se ubica en Atlacomulco, Estado de México y tiene una capacidad de 40 ton/día. Resalta el proyecto de Sao Paulo, Brasil, cuya planta puede procesar hasta 250 ton/día en temporada alta (GTZ, 2003).

1.3. Procesos Térmicos

1.3.1. Incineración Directa

La incineración es el procesamiento térmico de los residuos sólidos urbanos (RSU) mediante la oxidación química de sus componentes orgánicos. Las características generales del proceso son las siguientes (Fichtner Consulting Engineers, 2004):

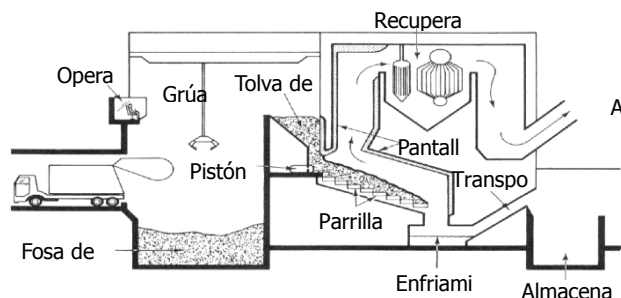
- Se suministra oxígeno en cantidades estequiométricas o en exceso; normalmente se utiliza esta última opción para garantizar la combustión completa de los residuos.
- Las temperaturas de operación típicas de los incineradores de residuos son de 800°C ó superiores.
- En condiciones ideales, el combustible del proceso se oxida completamente hasta dióxido de carbono y vapor de agua, dejando sólo una pequeña cantidad de carbón en las cenizas (3% o menos)
- El proceso integral convierte casi toda la energía química del combustible en energía térmica.

Las reacciones principales del proceso ocurren entre el carbón y el hidrógeno presentes en la corriente alimentada, con el oxígeno, produciendo dióxido de carbono y vapor de agua; sin embargo, la combustión incompleta de los compuestos orgánicos también puede generar monóxido de carbono y diversas partículas que contienen carbono sin reaccionar. Cuando el hidrógeno reacciona con moléculas orgánicas cloradas se genera cloruro de hidrógeno; además, se pueden generar óxidos de azufre, nitrógeno y diversos metales, a partir de compuestos que contienen dichos elementos (USCHEWI, 2000)

a). Tipos de Incineradores

Los equipos que se utilizan para la incineración de RSU han evolucionado desde unidades de lecho fijo para un solo lote, hasta diseños de alimentación continua, con parrillas móviles enfriadas con aire y recuperación de energía, y comúnmente se conocen como sistemas de incineración de residuos en masa –mass burn-, ya que los residuos no reciben mayor procesamiento antes de ser alimentados al horno; es decir, las actividades de selección o reducción de tamaño se emplean al mínimo, lo cual implica que cualquier material presente en los RSU puede entrar en el sistema, incluyendo artículos voluminosos o potencialmente peligrosos. Por ello, los sistemas de incineración en masa deben diseñarse de manera que puedan manejar ese tipo de materiales sin dañar el equipo o poner en riesgo a los operarios. Aún cuando el poder calorífico (PC) de los residuos puede ser muy variable según su origen y la época del año, la incineración en masa es actualmente la tecnología que más se emplea para el tratamiento térmico de RSU.

Figura 4. Esquema de una planta de incineración de RSU

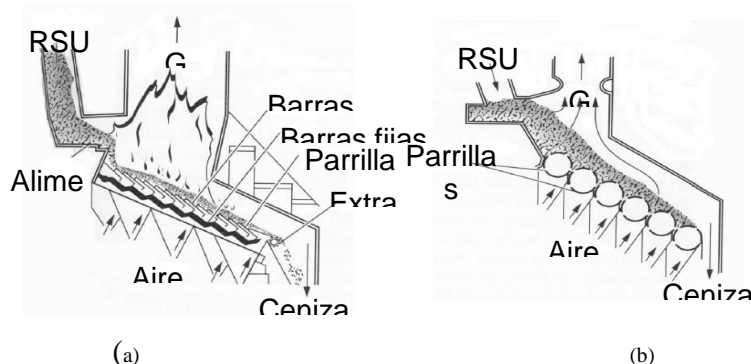


Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de Rand et al., 2000a

Las partes que componen una planta de incineración en masa de RSU son las que se muestran en la figura 4; éstas se describen brevemente a continuación (Rand et al., 2000a).

Después de ingresar a la instalación, los residuos se descargan en una fosa desde donde son alimentados al incinerador. Su capacidad debe permitir variaciones periódicas de la cantidad de residuos recibidos e incluso almacenarlos por un período corto de tiempo en caso de paro de la instalación. En esta parte también se lleva a cabo la homogeneización de los residuos; al mismo tiempo, se consigue eliminar una parte de la humedad que contienen. Una vez que el residuo se ha homogeneizado se alimenta al horno por medio de una grúa localizada en la parte superior de la instalación que transporta los residuos hasta la tolva de carga.

Figura 5. Sistemas de parrillas utilizados en incineradores de RSU: (a) parrilla Martin (movimiento reciprocante); (b) parrilla Dusseldorf



Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con figuras de Tchobanoglous *et al.*, 1994

Los hornos de parrillas son los más empleados para el tratamiento de RSU. Algunos de los diseños más comunes de parrillas se muestran en la figura 5, otros modelos incluyen las parrillas de sectores basculantes y de rodillos. En cualquier caso, la finalidad es transportar los residuos a lo largo de las parrillas que se ubican en la cámara de combustión primaria, desde el pistón de alimentación hasta la descarga de cenizas, como resultado del movimiento alternado de las barras o sectores que las conforman. Esto asegura el movimiento continuo de los RSU que se incineran, mantiene la capa de residuos con un espesor uniforme y empuja la masa ardiente hasta el final de la parrilla (McLanaghan, 2002).

En este tipo de incineradores, el aire se puede introducir desde el fondo mediante un soplador, o bien sobre las parrillas, para controlar la tasa de combustión y la temperatura del horno. El aire caliente sube sobre los residuos húmedos que llegan a la parrilla, permitiendo la formación de una zona de combustión en la cual suceden las tres fases del proceso (secado, ignición y combustión). Si el aire que se suministra a la zona de combustión se extrae directamente de la fosa de alimentación, se pueden reducir los problemas de olores al exterior de la planta (McLanaghan, 2002).

La parte más caliente del fuego está sobre la parrilla, sin embargo, para que la combustión sea eficiente, el flujo de gas debe alcanzar una temperatura adecuada por un período de tiempo, y debe haber también una mezcla eficiente del combustible y el oxígeno.

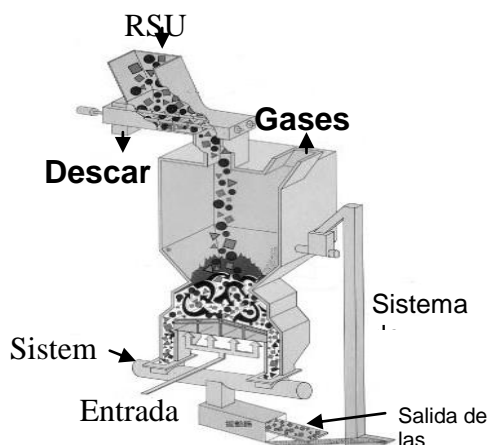
Las cenizas del proceso se transportan hasta la parte inferior de la sección de parrillas, desde donde el sistema de extracción las deposita en una zona de descarga que normalmente está inundada con agua para permitir el enfriamiento rápido de las cenizas (McLanaghan, 2002)

La temperatura que se alcanza en el incinerador es el resultado del calor emitido durante el proceso de oxidación y debe mantenerse suficientemente alta para asegurar que la combustión sea completa, pero no tan alta como para dañar el equipo o generar mayores cantidades de óxidos de nitrógeno. Comúnmente la temperatura se controla limitando la cantidad de material que se alimenta al horno, variando la cantidad de aire en exceso y agregando agua en la fosa (USCHEWI, 2000)

En el proceso de combustión que tiene lugar en el horno, donde la temperatura oscila entre 850 y 1000°C, se generan varios gases; éstos y pequeñas partículas orgánicas pasan a una cámara de combustión secundaria, donde se queman a temperaturas por encima de 1000°C por espacio de 1 a 2 segundos (USEPA, 1995).

Aunque no son los más populares, también se usan incineradores de lecho fluidizado para el procesamiento de RSU, los cuales constituyen una alternativa al proceso de incineración convencional de parrillas móviles y se han probado ampliamente en distintas aplicaciones, sin embargo, a la fecha existen pocas instalaciones de lecho fluidizado que incineren RSU (McLanaghan, 2002).

Figura 2.6. Incinerador de lecho fluidizado para el tratamiento de RSU.



Fuente: Elaboración de IDS S.A. de C.V. con datos de JSIMM, 2001

Los procesos de este tipo efectúan la combustión en un medio fluidizado dentro de un reactor vertical que contiene una cama de material inerte que puede ser arena sílica, piedra caliza o material cerámico. Cuando se suministra aire a altas temperaturas por la parte inferior del equipo, se dice que el material inerte se comporta como un fluido, debido a que flota ardiendo dentro de la cámara de combustión hasta duplicar su volumen inicial. Un esquema de esta tecnología se presenta en la figura 6. La acción “hirviente” del material inerte favorece la turbulencia y mezcla de los RSU en la cámara de combustión, así como la eficiente transferencia del calor al combustible.

La temperatura de operación de los incineradores de lecho fluidizado es ligeramente inferior que en otro tipo de equipos, normalmente dentro del rango de 750°C a 950°C, es fácil rociar cal u otros compuestos para el control de gases ácidos, además de que en general, sus emisiones son más reducidas que las generadas en incineradores de parrillas, lo cual representa menores costos de inversión asociados a la limpieza de los gases generados.

La principal desventaja de utilizar incineradores de lecho fluidizado es la necesidad de aplicar un tratamiento previo adicional para que el material alimentado cumpla con los requisitos de tamaño, humedad, PC, contenido de cenizas, entre otros, que requiere el sistema para garantizar la eficiencia de su operación. Dada la heterogeneidad de los RSU, es difícil que se pueda obtener un combustible que cumpla con las condiciones mencionadas.

b). Tratamiento de gases

Los gases que salen de la cámara de combustión secundaria contienen todos los productos gaseosos de la combustión: compuestos orgánicos volátiles, gases ácidos, óxidos de nitrógeno, metales en fase gaseosa, etc., además de los sólidos en forma de partículas, cenizas volantes y otros materiales; es por ello que pasan por un sistema de tratamiento antes de ser emitidos a la atmósfera.

Primero, el gas se enfría en sistemas donde se puede aprovechar su elevada temperatura para la generación de energía mediante dos métodos: cámaras de combustión con pantallas de agua y calderas de calor residual. En el primer caso, las paredes de la cámara de combustión se forran con tuberías dispuestas verticalmente y se sueldan en secciones continuas. El agua pasa a través de las tuberías y absorbe el calor generado en la cámara de combustión.

Cuando se utilizan las calderas de calor residual, las paredes de la cámara de combustión se forran con material refractario para evitar las pérdidas de energía, y el intercambio de calor se lleva a cabo haciendo pasar los gases generados en el proceso por una caldera de calor residual que se localiza fuera de la zona de combustión.

Como resultado del intercambio de calor puede producirse agua caliente, que tendría uso principalmente en el sistema de calefacción, o bien vapor, que es más versátil, pues se puede usar tanto para calefacción como para generación de energía eléctrica por medio de turbinas. Aunque son menos comunes, los intercambiadores de calor aire-gas o el enfriamiento directo con aire, también se utilizan para el enfriamiento de los gases.

Para el tratamiento de los gases de combustión se manejan dos tipos de dispositivos: para control de las partículas y de los gases, y recientemente se han incorporado procedimientos para la remoción de dioxinas y mercurio; en los países donde la incineración es una parte importante en los sistemas de manejo de RSU muchas de las plantas de incineración de RSU cuentan con dispositivos para la remoción de todos los contaminantes mencionados.

En el caso de las partículas, se emplean filtros de bolsa y precipitadores electrostáticos secos o húmedos, siendo los primeros los más usados, debido a su alta eficiencia para la captura de partículas finas; además, su desempeño no disminuye por la distribución de tamaño de las partículas o sus características físicas y químicas, y normalmente opera a temperaturas más bajas que otros sistemas, siendo el valor típico de 150°C. Por su parte, los precipitadores

electrostáticos son un poco menos eficientes que los filtros de bolsa, pero aún son adecuados para la remoción de partículas inferiores a 1 μ m. Su eficiencia puede variar dependiendo de varias condiciones de diseño y operación, como pueden ser el número de campos eléctricos, geometría, área de colección específica, diseño de los electrodos, voltaje de operación, método de limpieza, entre otros.

Para la remoción de gases ácidos se utilizan los lavadores de gases, que son dispositivos en los cuales los gases de combustión entran en contacto con agua para solubilizar las moléculas de ácidos formados en el proceso; cloruro y fluoruro de hidrógeno, principalmente. El agua se recircula hasta que se satura de sustancias contaminantes; entonces se concentra y neutraliza, y finalmente se descarga.

Después del tratamiento, los gases se emiten a la atmósfera a través de la chimenea; su altura depende de la topografía y las condiciones meteorológicas de cada lugar.

c). Poder calorífico de los residuos

Uno de los factores más importantes a considerar cuando se evalúa la factibilidad de un proyecto de incineración se refiere al conocimiento de la cantidad y las características de los residuos que se procesarán, tomando en cuenta las actividades de recuperación y tratamiento de materiales pepena, reciclaje y otras que pueden modificar la composición de los residuos.

Al respecto, se recomienda que la cantidad de residuos a incinerar no sea menor a 50,000 ton/año y las variaciones semanales no excedan el 20% (Rand et al., 2000a); la determinación del PC es especialmente importante. Se aconseja que este parámetro sea de al menos 6 MJ/kg para que el equipo pueda mantener la combustión sin necesidad de combustible adicional, lo cual se favorece cuando se prepara el material antes de ser alimentado al incinerador, esto es, que se retire la fracción no combustible, compuesta por metales, vidrio, cerámica, etc,

d). Aspectos ambientales

Los principales productos de la combustión de RSU son CO₂, vapor de agua y cenizas, que son respectivamente productos de la reacción de oxidación del carbón, hidrógeno y otros materiales no combustibles presentes en el residuo alimentado. Sin embargo, cuando la combustión no se lleva a cabo completamente, se pueden generar otras sustancias, algunas de ellas peligrosas, que pueden liberarse al ambiente a través de las emisiones del proceso; de éstas, las emisiones a la atmósfera son la materia de mayor preocupación para operadores, autoridades y público en general.

Los tipos y concentraciones de los contaminantes en las emisiones a la atmósfera de un incinerador dependen de las características del proceso y del material alimentado, así como de las condiciones de la combustión; tales contaminantes provienen de tres fuentes: (i) ellos o sus precursores están presentes en los residuos alimentados; (ii) se forman durante la combustión por reacciones de oxidación incompletas; o (iii) se crean por reacciones de reformación en los equipos de tratamiento de gases (USCHEWI, 2000).

Los compuestos de mayor importancia debido a sus efectos potenciales en la salud humana y el ambiente son los compuestos que contienen azufre, nitrógeno, halógenos (cloro, por ejemplo), y metales tóxicos. Algunos compuestos específicos incluyen CO, NO_x, SO_x, HCl, Cd, Pb, Hg, Cr, As, Be, PCDD/PCDF,

PCBs, y HAPs. Adicionalmente, las cantidades totales de materia particulada y partículas ácidas que salen del sistema de tratamiento de gases también se consideran.

La composición típica del gas a la salida de la zona de combustión, así como los límites de emisión que se deben cumplir de acuerdo con la legislación aplicable en diferentes regiones, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Concentración de algunos contaminantes en el gas de combustión y límites de emisión en diferentes legislaciones^a

Parámetro	Gas sin tratamiento	Límites de emisión			
		EUA	CE	Japón	México
Partículas	2000	27	47	34	50
HCl	600	31	16	171	15
HF	5	n.a.	1.5	n.a.	n.a.
NOx	350	200-250 ^b	314	154	300
SO ₂	250	31	79	102	80
Cd + TI	1.6	n.r.	0.08	n.a.	n.a.
Hg	0.3	0.08	0.08	n.a.	0.07
Sb + As + Pb + Cr +Co + Cu + Mn + Ni + V	n.d.	n.r.	0.8	n.a.	n.a.
Pb + Cr + Cu + Mn	n.d.	n.r.	n.a.	n.a.	0.7
As + Se + Co + Ni + Mn + Sn	n.d.	n.r.	n.a.	n.a.	0.7
PCDD/PCDF (ng TEQ/m ³)	3	30-60 ^{b,c}	0.15	0.17	0.2

n.a. = no aplica; n.d. = no disponible; n.r. = no reportado de esta manera

^a Las unidades son □g/m³ a menos que se especifique otra; para fines de comparación, todos los valores se ajustaron al 7% de oxígeno que se utiliza en México y EUA;

^b dependiendo de la tecnología del proceso;

^c reportado como masa total, no TEQ

Fuentes: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Rand *et al.*, 2000b; 40 cfr part 60; Directiva 2000/76/CE; Kamo Environmental Sanitation Center, 2001; NOM-098-SEMARNAT-2002

Cabe aclarar que a la fecha no opera ningún incinerador de RSU en México - puede ser que existan equipos domésticos, de PEMEX, CFE, etc, siempre pequeños-, sin embargo, los valores se incluyen como una referencia, debido a que la NOM-098-SEMARNAT-2002 aplicaría en el caso de que se instalara una planta de este tipo.

e). Recuperación de energía

La mayoría de los incineradores que operan en los países industrializados incluyen la recuperación de energía como parte integral del proceso, en virtud de las ventajas en materia ambiental y energética que esto conlleva; justamente, a este tipo de instalaciones se les conoce como plantas de conversión de residuos a energía (WTE, por sus siglas en inglés) y están catalogadas como instalaciones de aprovechamiento de residuos; de lo contrario, se consideran simplemente como un pre-tratamiento de los mismos antes de su disposición final en relleno sanitario. Cuando existen los recursos económicos suficientes, la energía recuperada puede aprovecharse para uso doméstico, ya sea en forma de agua caliente para el sistema de calefacción durante los meses fríos, o bien en forma de vapor, para

generar la electricidad que requiere la planta para su funcionamiento, aunque esta demanda representa sólo una pequeña fracción de su potencial energético, de aproximadamente el 10%.

Cuando no existen restricciones para ello, está la posibilidad de ofrecer al mercado al menos un par de productos: electricidad y vapor. El primer caso es el más común, ya que se ofrece a pequeños generadores, quienes suministran la energía necesaria para la operación de los servicios públicos de la localidad. Por su parte, el vapor puede emplearse en procesos industriales más diversos, como en plantas industriales, de producción de alimentos, servicios públicos, fábricas de papel, tenerías, cervecerías, edificios públicos o cualquier otro lugar que utilice vapor para el sistema de calefacción y el aire acondicionado. En cualquiera de los dos casos, se recomienda que la instalación se ubique cerca de los usuarios de la energía que se genera, a quienes deberá garantizar la continuidad del producto.

f). Costos

En la tabla 5, se presenta un desglose de los conceptos que influyen en los costos de inversión de una planta de incineración de RSU con recuperación de energía; estas cifras se derivan de un estudio comparativo efectuado a partir de la experiencia de las 14 instalaciones de aprovechamiento de energía a través de RSU en el Reino Unido (Livingston, 2002). Los resultados se presentan para tres escalas representativas de plantas pequeñas, medianas y grandes.

Tabla 5. Costos de inversión de plantas de incineración de RSU con aprovechamiento de energía^a

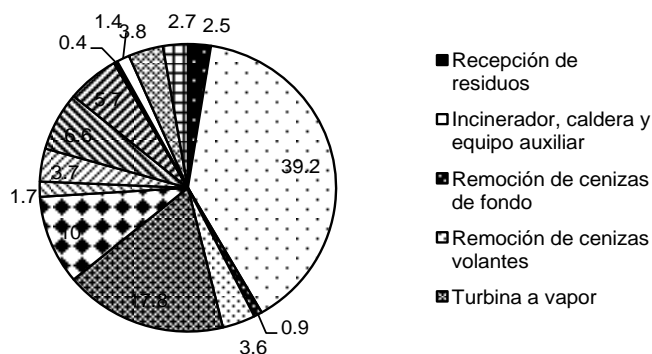
Concepto	Escala 1: pequeña 70,000 ton/año	Escala 2: mediana 200,000 ton/año	Escala 3: Grande 400,000 ton/año
Desarrollo del proyecto	1.10	1.83	2.74
Costos de financiamiento	0.55	0.91	1.46
Adquisición del terreno	0.55	1.10	1.83
Edificaciones y otras obras civiles	11.15	18.65	28.70
Equipamiento de la planta	33.09	55.76	86.47
Conexión eléctrica	0.91	1.28	1.83
Interés capitalizado durante la construcción	5.66	9.69	14.62
Otros	1.65	2.74	4.02
Costos totales	54.66	91.77	141.68

^a Las cifras se presentan en millones de dólares (Md)

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Livingston, 2002.

Como se observa en la tabla anterior, el equipamiento de la planta es el concepto de mayor peso, representando poco más del 60% de la inversión total. En la figura 7 se muestra la distribución porcentual de los costos de cada una de las partes que integran dicho concepto; sólo los costos asociados al equipo incinerador y de recuperación de energía representan más del 50% del monto total.

Figura 7. Distribución porcentual (%) de los costos de equipamiento de una planta de incineración de RSU.



Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Livingston, 2002

Por otra parte, los costos de operación de plantas de incineración de RSU con 3 diferentes escalas, con base en la experiencia de las plantas que operan en el Reino Unido se presentan en la tabla 6. Sobresale el concepto relacionado con la disposición de residuos: escorias, cenizas de fondo, cenizas volantes, residuos de los dispositivos de control de emisiones y lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales; no obstante, se debe tomar en cuenta que las condiciones técnicas y económicas para la disposición de residuos en México son muy diferentes a las del país de referencia, por lo que el monto relativo de este concepto probablemente sufriría variaciones en una estimación específica para la situación local; además sería necesario evaluar los costos por transporte si se considera un proyecto mano en llave. Por otra parte, los gastos por seguros y manejo tienen una contribución relativamente modesta. Los costos por tonelada se calcularon considerando también la venta de energía y materiales reciclables de la planta, mediante un modelo comercial para proyectos de este tipo.

La empresa PAMSA Protección del Ambiente de México, S.A. estima que una planta de incineración de casi 90 ton/h, cuyo costo de inversión es de 202.7 Md, cifra que incluye terreno, planeación y diseño, construcción de infraestructura, estructura y edificación, equipo y maquinaria, sistemas para aprovechamiento de energía, así como los sistemas de aireado y lavado de gases; los costos de operación propuestos para esta instalación son de poco más de 45 USD/ton.

Tabla 6. Costos de operación anuales de plantas de incineración de RSU con aprovechamiento de energía^a

Concepto	Escala 1: pequeña 70,000 ton/año	Escala 2: mediana 200,000 ton/año	Escala 3: Grande 400,000 ton/año
Disposición de residuos	1,385	1,759	3,518
Nómina	1,259	1,686	2,105
Mantenimiento	1,178	1,785	2,389
Consumibles	405	1,152	2,305
Seguros	198	163	396
Costos indirectos	216	198	500
Manejo	64	110	183

Concepto	Escala 1: pequeña 70,000 ton/año	Escala 2: mediana 200,000 ton/año	Escala 3: Grande 400,000 ton/año
Disposición de residuos	1,385	1,759	3,518
Abonos a créditos	46	64	82
Costos totales de operación	4,716	7,044	11,490
Costos por tonelada (d/t)	152	75	51

a Las cifras se presentan en miles de dólares (md), excepto cuando se indique lo contrario

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Livingston, 2002.

g). Experiencia en México y otros países

En la mayoría de las zonas urbanas de muchos países industrializados, en las cuales los precios de los terrenos frecuentemente son altos y el espacio para ubicar rellenos sanitarios es limitado, la incineración (con recuperación de energía) ha constituido una opción conveniente para el manejo de los residuos sólidos municipales. Japón, Estados Unidos de América (EUA) y la mayoría de los países europeos incineran una parte importante de los residuos sólidos municipales que generan, cumpliendo con las regulaciones ambientales vigentes (UNEP, 1996).

En Japón, un país donde el costo de la tierra es muy elevado, con un clima muy caluroso y húmedo en verano y gélido en invierno, la opción más viable es la incineración. Actualmente se incinera aproximadamente el 80% de los 51 Mton/año de RSU que se generan en alrededor de 1,900 instalaciones de incineración (Ootsuka, 2002), 21 de las cuales se ubican en la bahía de Tokio (Mendes and Imura, 2004).

Entre los países de Europa existen diferencias en cuanto a la forma de manejo de los RSU y aún se dispone en rellenos sanitario cerca del 50% de los RSU sin alguna forma de recuperación de energía (Gohlke *et al.*, 2003); sin embargo, la escasez de terrenos para disponer de los RSU en rellenos sanitarios ha llevado a la percepción más o menos generalizada de que la incineración es necesaria; al mismo tiempo, dicho consenso incorpora un fuerte compromiso hacia el cumplimiento de la regulación ambiental, el cual se refuerza por la proximidad entre las naciones europeas y la conciencia de que todos pueden estar en riesgo por la contaminación generada en un país vecino (UNEP, 1996). Por ello, se considera como una de las alternativas más modernas para el tratamiento de RSU y también una de las más estrictamente reguladas.

Dependiendo del país, entre 6 y 60% de los RSU generados en ese continente se tratan por medio de incineración con recuperación de energía. Sin contar las pequeñas instalaciones, en el año 2000 se encontraban 304 incineradores en 18 países europeos, con una capacidad total de 50.2 Mton/año y una recuperación de energía de 40.6 TWh; sólo en Francia se ubicaban 84 de éstas instalaciones, mientras que en Alemania había 56 (Solórzano, 2003).

Por otra parte, el número de pequeñas instalaciones también puede ser importante; por ejemplo, en el Reino Unido se estima que hay alrededor de 7,000 pequeñas instalaciones para el procesamiento de residuos diversos (McLanaghan, 2002), sin embargo, la tendencia es reemplazar las instalaciones menores por otras de mayor capacidad, con mejor desempeño ambiental, mayor eficiencia para recuperación de energía y menor costo unitario de operación (Solórzano, 2003), y por ello en la última década el número de instalaciones para la incineración de

residuos ha disminuido considerablemente en ese continente, casi 25% en sólo 7 años.

En Canadá se encuentran 13 grandes instalaciones de incineración de RSU, con capacidades que fluctúan entre 5 y 710 ton/día. Las tecnologías que emplean 11 de éstos incluyen incineradores de doble cámara de quemado en masa con sistemas de parrillas, un incinerador de combustible derivado de residuos y un horno rotatorio, los cuales cuentan con equipos de control de emisiones, como lavadores de gases, filtros de bolsa e incluso 4 cuentan con inyectores de carbón activado. Sin embargo, los dos equipos restantes se basan en tecnología menos desarrollada y no cuentan con equipos de control de emisiones (Chandler, 2001). En los Estados Unidos de América, el auge de las plantas de incineración de RSU con recuperación de energía comenzó a principios de la década de 1980, como resultado de la implementación de regulaciones que favorecían la inversión privada en este sector. Sin embargo, entre 1996 y 2004 se observó una reducción de casi 40% en el número de instalaciones y 14% en la capacidad instalada (Kiser and Zannes, 2004; Hickman, 2001b), debido principalmente al surgimiento de los “megafills”, presiones sociales, implementación de políticas que favorecen la reducción y el reciclaje antes que la incineración, endurecimiento de la legislación ambiental en materia de contaminación a la atmósfera, así como la eliminación de las facilidades fiscales que en un principio se otorgaban a dichas plantas.

Actualmente se tienen registrados 74 incineradores de RSU con una capacidad de 72,700 ton/día de RSU; la empresa *Ogden-Martin* es la más importante en este campo, y junto con *American Ref-Fuel* y *Wheelabrator Technologies* (subsidiaria de *Waste Management Inc.*), manejan más de la mitad del mercado en ese país. No obstante, en la última década no se han construido nuevas plantas y no hay planes para hacerlo en el futuro (Hickman, 2001b; Kiser and Zannes, 2004).

Por otra parte, para muchos países en desarrollo la incineración de residuos resulta difícil e incluso inaplicable, principalmente por los altos costos de inversión inicial y de operación, en comparación con los bajos costos de la disposición en tierra. Por lo tanto, no es sorprendente que en estos países haya tan pocos ejemplos exitosos de incineración de residuos y sí varios fracasos al querer adoptar esta tecnología, como ocurrió, por ejemplo, en Buenos Aires y Sao Paulo, debido a los altos costos de operación que forzaron al cierre de las instalaciones (UNEP, 1996), o en la propia Ciudad de México, donde se instaló un incinerador contiguo a la planta de selección de San Juan de Aragón que nunca operó de manera formal, únicamente a nivel de pruebas; en su momento las autoridades decidieron no echarlo a andar debido que sólo contaba con un precipitador electrostático pero no tenía ningún equipo de control de gases ácidos (Solórzano, 2005).

No obstante, es importante reconocer que algunos países en desarrollo tienen una experiencia técnica considerable y, poco a poco, también el capital necesario para la instalación y operación de este tipo de instalaciones: en Singapur operan 4 instalaciones que manejan aproximadamente el 90% de los residuos generados. En Corea del Sur existen 19 incineradores, así como en Taiwán (Mendes and Imura, 2004) y en Tailandia actualmente se encuentran 2 instalaciones de este tipo en las islas de Samui y Phuket con capacidad para procesar 140 y 250 ton/día, respectivamente (Greenpeace Southeast Asia, 2001). Con la asistencia de un país

extranjero, en Tanzania opera un incinerador que recupera la energía generada, siendo el único caso reportado en dicho continente (UNEP, 1996).

1.3.2. Procesos de Gasificación

La gasificación térmica es la conversión química de los líquidos y sólidos orgánicos en un gas de síntesis (syngas en inglés) bajo condiciones controladas de calor y disponibilidad de oxígeno. Esto es diferente de la incineración ya que el gas que se forma por medio de la gasificación se compone principalmente de H_2 y CO.

Por otro lado, la incineración es la combustión en un medio rico en oxígeno y de esta se generan CO_2 y vapor de agua como subproductos, debido a la abundancia de oxígeno, muchos óxidos complejos se forman inevitablemente durante la combustión, siendo algunos de ellos altamente dañinos.

El proceso de gasificación disocia el agua en sus componentes primarios (hidrógeno y oxígeno) mientras la incineración combina estos elementos para formar vapor de agua; más aun, la incineración puede generar sustancias mucho muy complejas, mientras que la gasificación disocia las sustancias complejas en gases mas simples. La gasificación es un proceso eficiente rompiendo sustancias orgánicas peligrosas (como dioxinas y furanos).

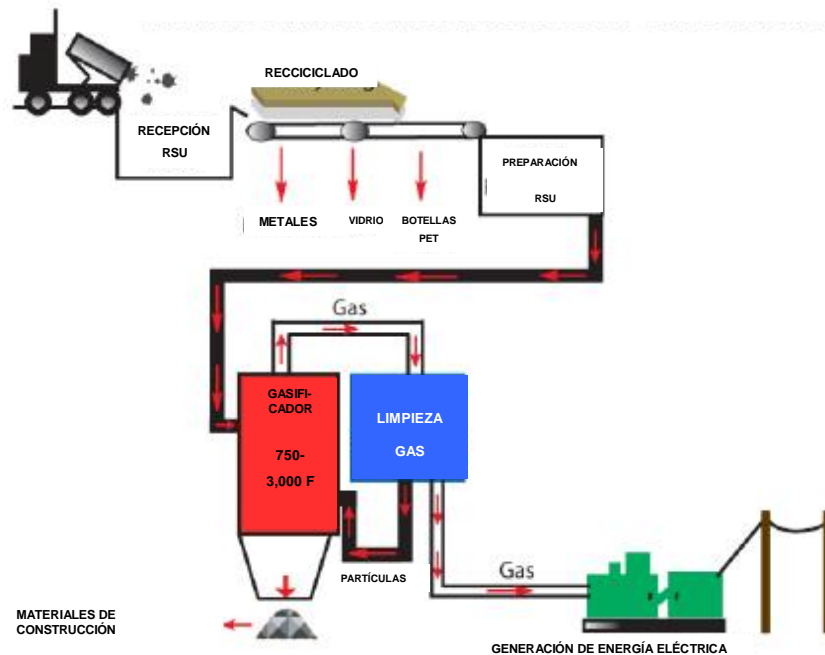
El gas de síntesis puede utilizarse como reemplazo del gas natural en procesos de generación de energía eléctrica. Se puede decir que los procesos de gasificación se han utilizado para “convertir” carbón, coque y biomasa en una muy variada gama de combustibles y químicos; aunque para el caso de los RSU la gasificación es de reciente aplicación.

En cualquier proceso de gasificación a partir de los RSU a través de la gasificación requiere de las tres etapas siguientes:

1.- Manejo y procesamiento de los RSU: La preselección de los materiales comercializables tales como latas metálicas. El material debe procesarse de tal manera que pueda entrar al proceso de gasificación.

2.-la conversión de los RSU en gas de síntesis: Los RSU procesados en la etapa anterior se calientan a elevadas temperaturas en un gasificador en ausencia de oxígeno (o limitando su cantidad cuidadosamente) para químicamente convertirlo en gas de síntesis.

Figura 8. Esquema de una planta de tratamiento de RSU por arco plasma



3.- Generación de energía eléctrica: El gas de síntesis generado se utiliza para la generación de electricidad.

Como ya se dijo, la gasificación no es una tecnología nueva puesto que se ha utilizado desde algunas décadas para la gasificación de algunos materiales como viruta de madera, coque de petróleo y carbón, así como una variedad importante de residuos industriales. No obstante, la integración de todas las etapas para la producción de energía eléctrica a partir de los RSU es algo relativamente nuevo.

La remoción de los materiales se enfoca sólo a aquellos que no pueden ser gasificados tales como metales, vidrio y otros materiales inertes. El calentar estos materiales dentro del gasificador puede traducirse sólo en la pérdida de energía lo cual reduce la eficiencia del gasificador, claro está que los metales y el vidrio separado de los RSU entran al un proceso de reciclado. Materiales como pedacería de papel con alto contenido de tintas y bolsas de plástico que son muy difíciles de reciclar son ideales para entrar a un proceso de gasificación.

Los residuos se trituran para reducir su tamaño y para homogeneizarlos, el secado sirve para reducir el exceso de humedad (si el material es más húmedo se reduce la eficiencia del gasificador).

El uso de RSU con respecto a otros materiales en la gasificación radica en la diferencia de que los RSU son muy heterogéneos, es por ello que la gasificación requiere que la maquinaria para RSU pueda manejar estas variaciones o controlar la alimentación para tratar de hacerlos lo más homogéneos posible.

Existen varias tecnologías de gasificación, algunas de ellas muy eficientes. Entre ellas las más desarrolladas son:

- 1.- La pirólisis
- 2.- La gasificación convencional
- 3.- La gasificación por plasma.

Cada uno de estos métodos utiliza elevadas temperaturas y el estricto control del oxígeno dentro del proceso con la finalidad de obtener la conversión química de los RSU en gas de síntesis. La pirólisis trabaja en el rango de temperaturas de 750- 1600 F, este proceso se utiliza comúnmente para transformar madera en carbón vegetal. La gasificación convencional (rango entre 1,600 y 2,500 F). Y la gasificación por plasma involucra temperatura de varios miles de grados Fahrenheit.

A.- Pirólisis

La pirólisis es el procesamiento térmico de materiales orgánicos en ausencia total de oxígeno. Las características generales del proceso son las siguientes (Fichtner Consulting Engineers, 2004):

- Al contrario de la incineración y la gasificación, las reacciones que ocurren durante la pirólisis son endotérmicas, por lo que se utiliza una fuente externa de combustible para conducir las reacciones del proceso.
- No hay suministro de oxígeno al proceso, salvo lo que se encuentre presente en el combustible.
- Las temperaturas son más bajas que en otros procesos térmicos; típicamente se encuentran en el rango de 400 a 900°C (Advanced Energy and Strategies, 2004). Como resultado, ocurre una menor volatilización del carbono y algunos contaminantes, como metales pesados y precursores de la formación de dioxinas, por lo cual, al final los gases requerirán menos operaciones de tratamiento para cumplir con los límites de emisiones; sin embargo, cualquier sustancia que no se volatiliza quedará en los residuos del proceso y deberá manejarse de una forma ambientalmente aceptable.
- Se generan 3 productos principales: (i) una corriente de gas combustible, compuesto principalmente de hidrógeno, metano, monóxido de carbono y otros gases, según el material procesado; (ii) una fracción líquida de aceite o alquitrán que contiene ácido acético, acetona, metanol y otros hidrocarburos; y (iii) una fracción sólida de coque o carbón casi puro, más otros materiales inertes presentes originalmente en los residuos (Tchobanoglous *et al.*, 1994). La proporción relativa de cada una de esas corrientes depende de las características de proceso empleado: las principales variables son la temperatura y el tiempo de exposición. Mayor tiempo de exposición a bajas temperaturas maximiza la producción de coque, mientras que la pirólisis *flash* (exposición menor a 1 segundo) produce hasta 80% en peso de líquido.
- El proceso integral convierte casi toda la energía química del combustible en energía térmica.
- Debido a la ausencia de oxidación y de un gas de dilución, el gas combustible tiene un PC alto, generalmente de 10 a 20 MJ/m³.

a). Aspectos generales

El proceso se desarrolla en tres etapas. (i) Manejo y preparación de RSU; (ii) pirólisis; y (iii) manejo de los productos combustibles. La primera etapa se efectúa tanto para hacer más eficiente el suministro de calor de la planta e incrementar el PC del material residual, como para retirar los objetos voluminosos o reducir el tamaño de las partículas del material que entra al proceso, en virtud de que las

reacciones pirolíticas son las más lentas entre los tratamientos térmicos de RSU, y el tiempo de reacción se prolongaría aún más si se alimentan materiales de gran tamaño.

La preparación del residuo que se alimenta al proceso también puede ser muy variable en función de las necesidades del equipo que se utiliza; por ejemplo, el proceso *Andco-Torrax* requiere una preparación mínima (P2Pays, 1992), mientras que la mayoría de los procesos necesitan remover la mayor cantidad de sólidos inertes. Como ejemplo, la planta establecida en California, EUA, basada en el *Occidental Flash Pyrolysis System* empleaba las siguientes etapas: trituración inicial, clasificación magnética, neumática, por corriente Foucault y flotación, además de secado, cribado y trituración fina, con lo cual se recuperaban los metales férreos, aluminio, vidrio y se obtenía una fracción orgánica fina que se alimentaba al equipo de pirólisis.

Muchos de los procesos utilizados en la primera etapa se orientan a la separación de material con bajo PC, sin embargo, es importante considerar que la variable que más afecta la capacidad de una planta de tratamiento térmico es la energía, y no la masa de los residuos que entran en el sistema; como ejemplo, con base en datos típicos, separar 10% en peso de una corriente de residuos que originalmente tiene un PC de 10 MJ/kg, representa la eliminación de 5% de la energía que se suministra al sistema (si el PC de la fracción eliminada es la mitad del original) y una reducción de sólo 3% en términos de costo de inversión de la planta (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

b). Tipos de equipos de pirólisis

Los principales equipos utilizados para la pirólisis de RSU se pueden dividir en tres categorías: (i) rotatorios; (ii) tubulares; y (iii) reactores de pirólisis rápida. En el primer caso, los residuos se alimentan en un extremo del reactor rotatorio y a medida que se van moviendo a través de éste, se secan y posteriormente se degradan por acción del calor de la cámara primaria, produciendo compuestos volátiles y carbón. El movimiento del reactor promueve el mezclado y lo pone en contacto con los gases y las superficies calientes. El calor se suministra de forma indirecta y también se puede agregar un material alcalino para ayudar a retener impurezas ácidas en los residuos sólidos (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Los equipos de *Techtrade* y *Mitsui Babcock* son ejemplos de este sistema aplicado al tratamiento de RSU; otras aplicaciones industriales que emplean este tipo de equipos incluyen la reactivación de carbón activado, el secado y la calcinación parcial de dolomita y el tratamiento térmico de varios materiales, tales como lodos aceitosos, suelos contaminados y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

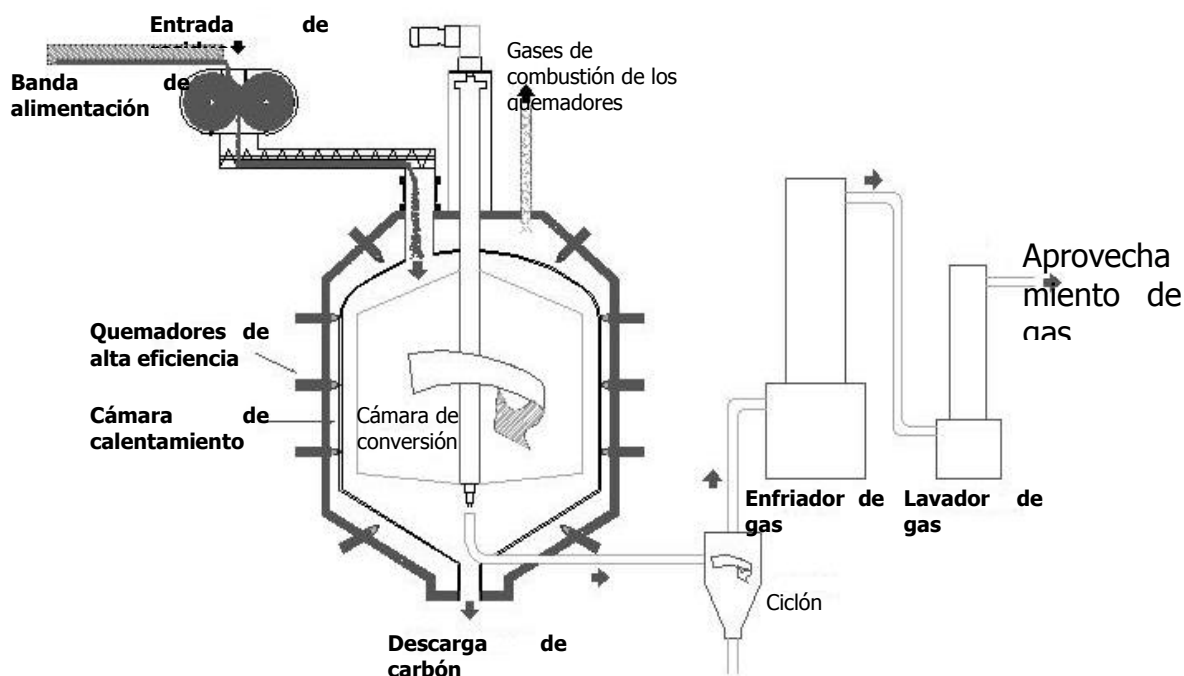
En los pirolizadores tubulares, los residuos se mueven a través del reactor tubular que es calentado por la parte exterior; el movimiento se consigue por la acción de un tornillo *sin fin* o por medio de un pistón. El calentamiento indirecto se suministra con los gases calientes generados en la zona de combustión del gas combustible o el carbón. Estos equipos normalmente se usan como el primer paso de un sistema que también emplea una etapa de gasificación para obtener más gas combustible a partir del material sólido generado. Los sistemas de *Thermoselect* y *Compact Power* utilizan este tipo de equipos (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Finalmente, la pirólisis rápida involucra reacciones más aceleradas que las convencionales, favorecidas por mayores temperaturas, humedades más bajas y tamaños de partículas muy pequeños. Aquí la preparación del material es crítica, pero se consiguen reacciones más rápidas y en consecuencia, reactores más pequeños que los que se diseñan normalmente. El proceso de *GEM* es un ejemplo de pirólisis rápida (figura 9). En este sistema el residuo seco y suministrado en partículas muy pequeñas se piroliza en contacto con la superficie caliente de metal de la cámara de reacción (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Independientemente del tipo de equipo utilizado, se espera que al final del proceso el volumen de RSU se reduzca hasta 90% del volumen inicial.

En cuanto al manejo del gas, éste puede utilizarse en calderas, turbinas de gas o máquinas de combustión interna para generar electricidad; otros productos del proceso son el carbón combustible y el carbón activado. Las aplicaciones del primero son diversas, mientras que el segundo se puede emplear en ciertos procesos industriales para la absorción de contaminantes en emisiones líquidas y gaseosas (Advanced Energy and Strategies, 2004).

Figura 9. Diagrama del proceso de pirólisis rápida de GEM



Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Graveson Energy Management, 2004

c). Aspectos ambientales

En la tabla 8, se muestran las emisiones esperadas para una planta de 100,000 ton/año, para el el proceso de pirólisis de RSU diseñado por *WasteGen*, así como el proceso combinado de pirólisis-gasificación de *Compact-Power*. Como comparación, se incluyen los límites de emisión de la directiva 2000/76/CE,

relativa a la incineración de residuos, ya que aplica también a los procesos térmicos de pirólisis y gasificación.

Tabla 8. Límites de emisión aplicables en Europa y emisiones esperadas de dos procesos que utilizan pirólisis de RSU^a

Parámetro	Límites de emisión en la Comunidad Europea	Emisiones del proceso WasteGen	Emisiones del proceso Compact-Power
Partículas	30	1	30
HCl	10	5	2
HF	1	< LD	< 0.1
NOx	200	167	< 37
SO ₂	50	20	< 1
Cd + Tl	0.05	0.006	0.006
Hg	0.05	0.011	0.006
Sb + As + Pb + Cr +Co + Cu + Mn + Ni + V	0.5	0.054	0.006
PCDD/PCDF (ng TEQ/m ³)	0.1	0.001	< 0.003

LD = Límite de detección;

^a Las unidades son $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a menos que se especifique otra

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Fichtner Consulting Engineers, 2004

d). Requerimientos de área

El área necesaria para alojar una instalación de pirólisis depende fuertemente del diseño y equipamiento de la misma, en cuanto al proceso principal y al tipo de dispositivo para aprovechamiento de energía. En la siguiente tabla se indican los requerimientos de área para una planta de pirólisis.

Enviros Consulting (2004), también menciona que la operación de plantas con capacidades de 60,000 a 200,000 ton/año requiere entre 30 y 40 empleados, incluyendo áreas técnicas y administrativas.

Tabla 9. Área necesaria para una instalación de tratamiento térmico avanzado de RSU

Capacidad de la planta (1000 ton/año de RSU)	Área (Ha)	Fuente	Comentarios
50 – 60	0.5 – 1.75	Enviros Consulting, 2004	Basado en plantas existentes en Europa
200	0.8 – 2.4	Advanced Energy and Strategies, 2004	Basado en las propuestas de 13 proveedores de equipos de tratamiento térmico de residuos, para California, EUA
225	6 Ha	Enviros Consulting, 2004	Ejemplo de una planta que opera en Karlsruhe, Alemania

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de Enviros Consulting, 2004

e). Costos

La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés) indica que para plantas entre 20,000 y 200,000 ton/año, el costo de inversión de una planta

de pirólisis de RSU fluctúa entre 14.5 y 92 Md. Sin embargo, en comparación con cifras estimadas para el Reino Unido resultan elevados; en este país, un rango similar de costos de inversión corresponde a plantas entre 32,000 y 360,000 ton/año, es decir hasta 80% más de capacidad (McLanaghan, 2002).

En el Reino Unido, para una planta con capacidad de 100,000 ton/año con tecnología de parrillas, el costo de inversión puede llegar a ser de hasta 46.7 Md, sin incluir el monto por la adquisición y preparación del terreno, demolición de estructuras preexistentes, gestión ante autoridades, transporte y disposición de materiales, entre otros (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

En el caso de los costos de operación, las mismas fuentes indican que puede existir una variación entre 28 y 155 d/ton, aunque lo más común es que se encuentren entre 55 y 85 d/ton, dependiendo de la tecnología y la capacidad de la planta; por ejemplo, para una instalación de 100,000 ton/año el costo de operación promedio se estima en 30 dólares/ton (McLanaghan, 2002, Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Por su parte, Advanced Energy and Strategies (2004) reporta que para un proyecto localizado en California, EUA, para el tratamiento térmico avanzado de RSU (pirólisis o gasificación) con recuperación de energía y capacidad de 200,000 ton/año, los costos de inversión varían entre 63 y 91 Md, según propuestas de seis proveedores de equipamiento de este tipo; en este caso, los costos de adquisición del terreno, gestión, etc., sí se incluyeron en los montos presentados. Los costos de operación anuales en dichas propuestas fluctúan entre 6 y 9 Md, es decir, de 30 a 45 USD/ton.

Cabe mencionar que los valores citados deben considerarse con reserva, en virtud de que los costos pueden variar, incluso de un proveedor a otro por equipos de características similares; más aún cuando las referencias aplican a plantas establecidas en países donde las condiciones de los residuos que se alimentarían al sistema y la oferta de tecnologías son tan diferentes.

f). Experiencia en otros países

Aunque nunca fue una tecnología muy popular, el uso de la pirólisis para el procesamiento de RSU tuvo su mayor progreso en las décadas de 1970 y 1980. Durante este período operaron en los Estados Unidos, Japón y países europeos como Dinamarca, Francia y Alemania, 18 instalaciones, con capacidades entre 1 y 1000 ton/día de RSU, basadas en los procesos de Union Carbide, Andco-Torrax, Monsanto-Landgard, Danish Destrugas, Occidental Petroleum Company, Nippon Steel y Kiener-Siemens, entre otros.

En la última década se ha reportado el inicio de operaciones de 10 plantas en Austria, Italia, Alemania, Hungría y Japón; sólo en este país hay al menos 3 plantas relativamente nuevas diseñadas por Mitsui Babcock (con base en el proceso Siemens), la más grande con capacidad para procesar hasta 400 ton/día de RSU (Mitsui Babcock Energy, 2003; Heck and Jubran, 1999). Aunque se sabe que diversas localidades en ese país solicitaron a la compañía otras 17 plantas entre 2000 y 2002, no existen referencias que indiquen que ya se encuentren operando (Fichtner Consulting Engineers, 2004)

No obstante, la mayoría de las plantas ha fracasado debido a que no lograron un desempeño técnico y/o económico aceptable, por lo que sus instalaciones dejaron de operar. Este es el caso de la planta establecida en El Cajón, California, en los

Estados Unidos de América; por una parte, el sistema de preparación de los RSU no cumplía con las especificaciones de pureza para el aluminio y el vidrio, lo que afectó la rentabilidad del sistema; además, el aceite producido contenía 52% de humedad, lo cual ocasionó que presentara un PC 60% inferior al pronosticado en ensayos a nivel piloto. Con resultados como estos, en dicho país no existen instalaciones con esta tecnología a nivel comercial desde hace más de dos décadas (P2Pays, 1992; Heck and Jubran, 1999; Tchobanoglous et al., 1994). Actualmente se encuentran varios proyectos piloto para la demostración de la tecnología a pequeña escala en diversas partes del mundo; incluso en México algunas empresas se han acercado a autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, con el fin de promover sus tecnologías en este país; la última de ellas fue la empresa Simeken Inc, que en 2004 montó una planta demostrativa en la Cd. de Matamoros para la pirólisis de RSU, llantas y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros; sin embargo, ninguna empresa ha podido demostrar experiencia real a gran escala en el procesamiento de RSU, por lo que la factibilidad técnica o económica de un proyecto para aplicarse en México no ha podido demostrarse completamente.

B.- Gasificación Convencional

La gasificación se ha empleado ampliamente desde hace más de un siglo para generar gas combustible con diversos usos en servicios públicos (Advanced Energy and Strategies, 2004)

La gasificación es un proceso termo-químico que involucra la degradación de materiales que contengan átomos de carbono, en presencia de un suministro limitado de oxígeno, inferior a los requerimientos estequiométricos. Las principales características del proceso de gasificación de una corriente de residuos son los siguientes:

- Los principales productos son: (i) un gas combustible rico en monóxido de carbono, hidrógeno y metano, entre otros hidrocarburos; y (ii) un residuo sólido, compuesto de material no combustible con un bajo contenido de carbón. A diferencia de la pirólisis, la gasificación minimiza la generación de otros materiales diferentes del gas.
- Se utilizan aire, oxígeno puro o vapor de agua como fuente de oxígeno y/o como gas acarreador para movilizar los productos de la reacción.
- Las temperaturas que se utilizan son moderadas, superiores a 750°C y hasta 1200°C (Heck and Jubran, 1999).
- El proceso integral no convierte toda la energía química del combustible en energía térmica; una parte queda en el gas y en el residuo sólido.
- El PC del gas producido en el proceso de gasificación usando oxígeno es 10 a 15 MJ/m³, y usando aire es de 4 a 10 MJ/m³; como referencia, el PC del gas natural es de alrededor de 38 MJ/m³.

En teoría, el gas combustible producido en la gasificación de residuos podría emplearse en otros procesos, además de su combustión para producir calor; ejemplos de éstos podrían ser su utilización directa en máquinas o turbinas de gas, el desplazamiento de combustibles fósiles para algunas actividades industriales o en la producción de sustancias químicas.

a). Tipos de gasificadores

Al igual que la pirólisis, la gasificación se desarrolla en tres etapas. (i) Manejo y preparación de RSU; (ii) proceso principal (gasificación); y (iii) manejo del gas combustible.

La primera etapa comienza con la descarga de los RSU en un área determinada. La preparación de los RSU dependerá de las necesidades específicas del equipo, sin embargo es necesario remover el material inerte, ya que, dentro del reactor, éste consumirá calor pero no se gasificará, lo cual representa un desperdicio de energía y la consecuente reducción de la eficiencia del proceso. Por ello, los materiales susceptibles de ser reciclados se separan mediante operaciones similares a las descritas para el proceso de pirólisis. Después, los residuos que aún quedan se trituran, criban y desecan para controlar su tamaño y humedad antes de ser alimentados al gasificador. Por definición, todos los sistemas de lecho fluidizado requieren la preparación de los residuos antes de alimentarlos al gasificador para retirar las piezas de mayor tamaño y densidad, y para reducir el tamaño de las partículas (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Varios equipos pueden usarse en el proceso de gasificación; éstos se pueden clasificar en sistemas de lecho fluidizado y de lecho fijo (no fluidizado). En los gasificadores de lecho fluidizado, al igual que en los incineradores, el residuo se suspende en medio de una masa de partículas inertes a alta temperatura que se mueven en forma turbulenta, y se mantienen flotando por la acción de gases calientes que se inyectan desde la parte inferior. Los gases de salida acarrearán algunas partículas de ceniza, carbón, así como del material del lecho, por lo que constantemente se debe agregar nuevo material (normalmente arena). El consumo de material del lecho depende del combustible que se utiliza, ya que entre más difícil sea el combustible, más frecuentemente se requerirá extraer el material; algunas veces el material del lecho puede separarse de las cenizas para reintegrarlo al proceso (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Independientemente de los problemas potenciales con los combustibles que contienen partículas con bajo punto de fundición o demasiado densas, un sistema de lecho fluidizado es muy flexible en términos de humedad del residuo, tamaño de la carga, PC y contenido de azufre. La razón principal de esa flexibilidad es que el combustible se mezcla y retiene en el lecho el tiempo necesario para completar las reacciones del proceso. Al igual que en los incineradores, se puede agregar material alcalino, como piedra caliza (que también puede ser parte del material del lecho) para retener impurezas ácidas en los residuos sólidos (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

La tecnología de lecho fluidizado ha sido ampliamente probada en otras aplicaciones como la incineración de biomasa y carbón pulverizado, pero es más apropiada para el tratamiento de combustible derivado de residuos más que de RSU. Enerkem/Novera, FERCO y TPS Termiska manejan ejemplos de sistemas de gasificación de lecho fluidizado.

Por su parte, los gasificadores de lecho fijo pueden ser horizontales o verticales. El flujo del medio gasificante (generalmente aire) a través del reactor puede ser hacia arriba o hacia abajo; también existen diferentes mecanismos para la descarga de las cenizas. Una configuración comúnmente usada es el sistema de parrillas, el cual es similar a los sistemas de incineración, con la diferencia de que el aire que se suministra es insuficiente para alcanzar la combustión completa. En este equipo

el residuo se alimenta en un extremo y pasa por el proceso de secado y gasificación a medida que recorre la parrilla hasta el punto de descarga; el desplazamiento del combustible se logra mediante la inclinación y movimiento de las parrillas y el aire necesario para la combustión se suministra a través de las ranuras de la parrilla (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

Para otras aplicaciones tales como la incineración de RSU mezclados, la experiencia en la utilización de equipos a base de parrillas es amplia, sin embargo, las reacciones involucradas en el proceso de gasificación son más lentas que las de la combustión debido a que tanto las temperaturas como la relación entre oxígeno y combustible son más bajas, propiciando mayores cantidades de carbón sin reaccionar en los residuos sólidos del sistema.

Los procesos de Entech/IET son ejemplos de gasificación en reactores de parrillas, mientras que el equipo diseñado por British Gas-Lurgi corresponde a un gasificador de lecho fijo (Fichtner Consulting Engineers, 2004).

En cuanto al manejo del gas combustible, las opciones incluyen la fabricación de productos químicos y la generación de electricidad (Advanced Energy and Strategies, 2004)

b). Aspectos ambientales

En la tabla 7 se muestran las emisiones esperadas para una planta de 100,000 ton/año, para el proceso de gasificación de RSU diseñado por Energos, así como el proceso combinado de pirólisis-gasificación de Themoselect. Como comparación, se incluyen los límites de emisión de la directiva 2000/76/CE, relativa a la incineración de residuos, ya que aplica también a la gasificación.

Tabla 7. Límites de emisión aplicables en Europa y emisiones esperadas de dos procesos que utilizan gasificación de RSU^a

Parámetro	Límites de emisión en la Comunidad Europea	Emisiones del proceso <i>Energos</i>	Emisiones del proceso <i>Themoselect</i>
Partículas	30	0.01	< 2
HCl	10	1.2	< 1.5
HF	1	0.0082	< 0.15
NOx	200	128	< 45
SO ₂	50	17	< 6
Cd + Tl	0.05	0.001	0.0002
Hg	0.05	0.0001	< 0.01
Sb + As + Pb + Cr +Co + Cu + Mn + Ni + V	0.5	0.024	0.01
PCDD/PCDF (ng TEQ/m ³)	0.1	0.0009	0.0005

LD = Límite de detección;

^a Las unidades son □g/m³a menos que se especifique otra

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de de Fichtner Consulting Engineers, 2004

c). Costos

Estimar el costo de una planta de gasificación de RSU puede ser muy aventurado, en virtud del limitado número de casos exitosos a nivel mundial que aplican esta

tecnología, y de que éstos se ubican en países en los cuales las características de los RSU son sustancialmente diferentes.

Las cifras obtenidas en las fuentes consultadas indican que los costos de inversión y operación para plantas de gasificación en Europa fluctúan entre 14.5 y 92 Md, considerando capacidades entre 20,000 y 360,000, y hasta 46.7 Md para el caso de una planta con capacidad de 100,000 ton/año, mientras que los costos de operación fluctúan entre 30 y 85 USD/ton, dependiendo de la tecnología y la capacidad de la planta (McLanaghan, 2002, Fichtner Consulting Engineers, 2004). En EUA el costo de inversión para una planta de 200,000 ton/año, varía entre 63 y 91 Md, mientras que los costos de operación anuales fluctúan entre 6 y 9 Md, es decir, de 30 a 45 USD/ton.

d). Experiencia en otros países

La tecnología se ha empleado desde hace más de un siglo para el procesamiento de materiales orgánicos específicos, tales como carbón, coque de petróleo y otros tipos de biomasa en una variedad de combustibles y productos químicos. Su aplicación para el procesamiento de RSU es un desarrollo relativamente nuevo.

Las referencias consultadas indican que de 2000 a la fecha, Energos opera 5 plantas a escala pequeña para el procesamiento de RSU, 4 de ellas en Noruega y 1 en Alemania, con capacidades entre 30,000 y 37,000 ton/año. Otras plantas de esta y otras empresas también se encuentran en operación, sin embargo procesan residuos específicos previamente separados.

En el caso de la empresa Global Waste Inc., de la cual Oxidación Térmica S.A. de C.V. es representante en México, opera 1 planta en Barrow, Alaska con capacidad para procesar 40 ton/día en 2 módulos de 20 ton/día cada uno; la misma empresa opera otras 2 plantas en EUA (en Montana y Ankorage) sin embargo, estas no procesan precisamente RSU.

C.- Gasificación por Plasma

Las antorchas de plasma operan a temperaturas muy altas (entre 5,000°C y 100,000°C) y por ello pueden procesar todo tipo de residuos: sólidos municipales, tóxicos, médicos, bioopeligrosos, residuos industriales y nucleares. Los desechos inorgánicos son vitrificados en materiales de vidrio sólido como los que son utilizados para fabricar agregados en la industria de construcción ("Magmafication process") y los materiales orgánicos (plásticos, papel, aceite, bio-materiales, etc.) se convierten en gas de síntesis con valor calórico, combustible que se utiliza en turbinas de gas para la generación de energía

Plasma es el estado ionizado de la materia conformado por un gas cuasineutral compuesto de partículas cargadas y neutras, que presentan un comportamiento colectivo; plasma es la forma más abundante en el universo. Este se forma cuando la materia ordinaria se calienta más de 5,000 °C; lo cual produce gases o líquidos eléctricamente cargados. Ellos están profundamente influenciados por las interacciones eléctricas de los iones y electrones en la presencia de un campo magnético.

Westinghouse en su Centro de plasma, ha producido antorchas de plasma de alta potencia. Hay varios fabricantes de antorchas de plasma, sin embargo, sólo Westinghouse fabrica antorchas de alto poder incluso en el orden de 10 MW. Modelos similares a esta antorcha existen comercialmente incluso en el rango de 75 KW a 10.000 kW de potencia. Con estas potencias, una eficiencia térmica del

90 % es fácilmente posible; la eficiencia representa el porcentaje de arco de poder que sale de la antorcha y entra en el proceso. Sin embargo, las características operativas de cada antorcha dependen de la composición de gas. Los gases más comunes utilizados en antorchas de plasma son argón y helio. La calidad del plasma producido depende de la densidad de plasma y la temperatura de plasma. Lo anterior se traduce en que a mayor potencia de la antorcha mayor calidad del plasma. Debido a la amplia gama de temperaturas de plasma y densidades, estos tienen varias aplicaciones en la investigación, tecnología e industria.

Las antorchas de plasma proporcionan medios eficaces para la fusión de sólidos o de materiales de residuos en magma o una forma de lava, tras un corto de tiempo de interacción entre el plasma ($T > 5000^{\circ}\text{C}$) con los sólidos. En un tiempo largo enfriamiento, la masa resultante constituye una roca ígnea química y físicamente duradera. Dependiendo de la tasa de enfriamiento y mineralogía original, el producto final consiste en un material vidrioso-amorfo parecido a la obsidiana volcánica o una roca de granito o basalto.

a). Tipos de gasificadores

Al igual que la pirólisis, la gasificación por plasma se desarrolla en tres etapas. (i) Manejo y preparación de RSU; (ii) proceso principal (gasificación); y (iii) manejo del gas combustible.

La primera etapa comienza con la descarga de los RSU en un área determinada. La preparación de los RSU dependerá de las necesidades específicas del equipo, sin embargo es necesario remover el material inerte (como metales y vidrio), ya que, dentro del reactor, éste consumirá calor pero no se gasificará, lo cual representa un desperdicio de energía y la consecuente reducción de la eficiencia del proceso. Por ello, los materiales susceptibles de ser reciclados se separan mediante operaciones similares a las descritas para el proceso de pirólisis y gasificación convencional. Después, los residuos que aún quedan se trituran, criban y desecan para controlar su tamaño y humedad antes de ser alimentados al gasificador por plasma.

En cuanto al manejo del gas combustible, las opciones incluyen la fabricación de productos químicos y la generación de electricidad (Advanced Energy and Strategies, 2004)

b). Aspectos ambientales

El sistema de gasificación por plasma debe de contar con un sistema de limpieza de los gases de síntesis; el propósito de este sistema es eliminar contaminantes tales como el dióxido de azufre (SO_2), partículas, ácido clorhídrico (HCl) y vapores de sulfuro de hidrógeno (H_2S) del gas de síntesis.

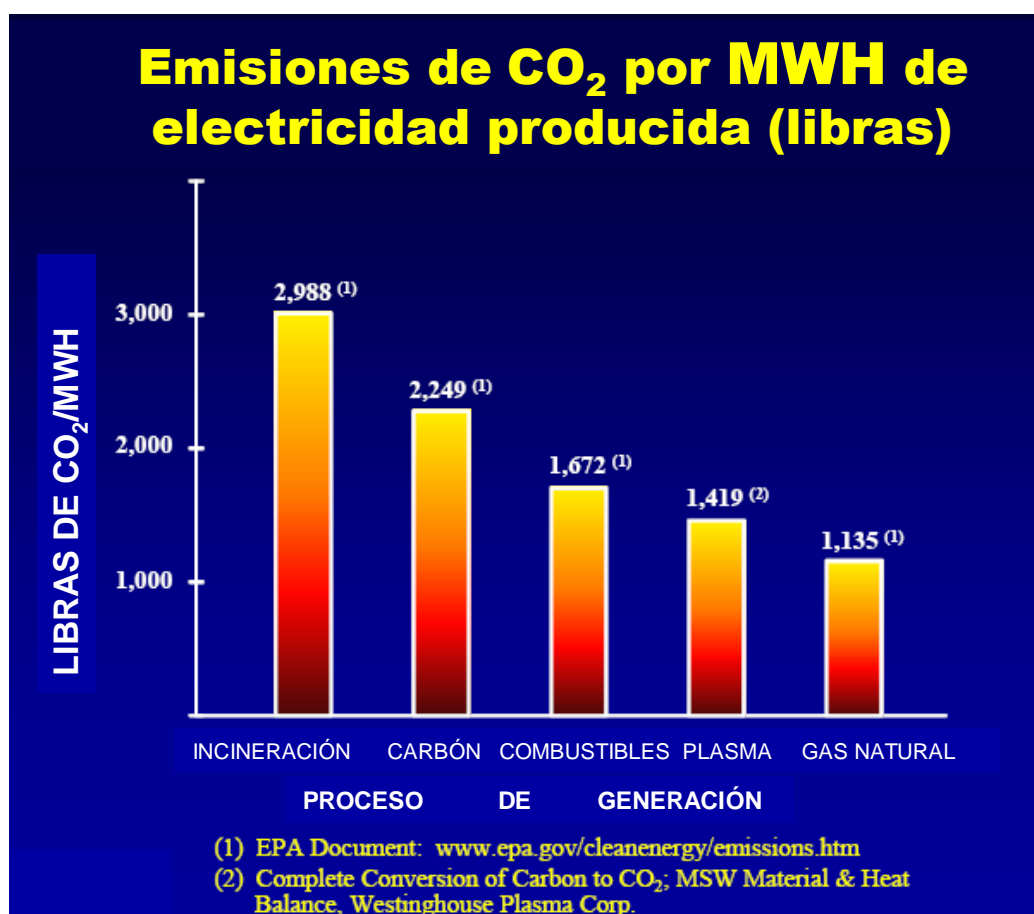
Las operaciones de la unidad básica son las de gas de refrigeración, la eliminación de partículas y la neutralización de gas de ácido. En primer lugar, el gas de síntesis se enfría antes de la limpieza de gas que se pasa a través de un flujo parcial. El gas deja la cámara a 350°C . El objetivo es reducir la temperatura del gas lo suficiente como para no dañar el equipo posterior manteniendo el gas por encima de la temperatura de saturación. El gas, a continuación, se pasa a través de una bolsa de filtro para eliminar partículas.

El gas es pasado entonces a un tanque de saturación, que reduce la temperatura del gas a 50°C . Entonces pasa por un depurador de ácidos que utiliza una

solución de hidróxido de sodio para neutralizar los ácidos presentes. En este momento, el gas pasa a una compresión para su uso en la turbina de gas.

El proceso es aproximadamente un 5 % más eficiente que otras tecnologías de energía de carbón; por lo tanto, las emisiones de CO_2 por kW son también inferiores al 5 %. Además, en el proceso, se puede quitar carbono del gas de síntesis para crear un combustible de hidrógeno que elimina eficazmente las emisiones de CO_2 . La ventaja de estos sistemas sobre plantas de caldera convencional en relación al CO_2 es que se puede quitar el carbono el gas combustible (pre-combustion) en lugar de tener que quitarlo en el gas de escape (post-combustion), que es mucho más costoso debido del mayor volumen necesario (aproximadamente 10: 1).

Figura 10. Emisiones de CO_2 de diferentes fuentes



C). Costos

El costo de capital para una planta de gasificación por plasma es mucho más elevado que para una planta de gasificación convencional. Por ejemplo, una planta con una capacidad de procesar 350 ton/día puede alcanzar un costo de 75 millones de dólares de inversión (Solena Group).

Estimar el costo de una planta de gasificación de RSU puede ser muy aventurado, en virtud del limitado número de casos exitosos a nivel mundial que aplican esta

tecnología, y de que éstos se ubican en países en los cuales las características de los RSU son sustancialmente diferentes.

Las cifras obtenidas en las fuentes consultadas indican que los costos de inversión para una planta con capacidad de tratar 288 ton/día es de aproximadamente 250 Md, mientras que los costos de operación son cercanos a los 36 USD/ton, aunque con la venta de electricidad y con los materiales recuperados esta se puede reducir hasta los 15 USD.

d). Experiencia en otros países

Nunca ha habido una instalación comercial en los EEUU que utilice la tecnología de arco de plasma para los residuos sólidos urbanos. Sin embargo sí existieron dos instalaciones de arco de plasma que trataban otro tipo de residuos y desafortunadamente ambas tuvieron problemas.

Allied Technology Group hizo funcionar una planta comercial de arco de plasma para el tratamiento de residuos mezclados radiactivos y peligrosos en Richland, Washington, y la instalación cerró debido a problemas de funcionamiento con el equipo de arco de plasma así como por problemas económicos. La instalación de Hawaii Medical Vitrification gestionada por Asian Pacific Environmental Technologies cerca de Honolulu tiene también serios problemas de funcionamiento así como varias violaciones serias de sus permisos. Por ejemplo, la instalación de Hawaii se cerró aproximadamente durante 8 meses debido a daños refractarios en el horno del equipo de arco de plasma.

En Japón existen instalaciones de tratamiento de RSU por medio de arco plasma en Utashinai Japón comenzó a operar una planta en 2002 en ella se procesan combinadamente RSU y residuos de chatarra de automóviles. En Mihama-Mikata en 2002 entró en operación una planta de tratamiento con una capacidad de 24 ton/día de RSU y 4 ton/día de lodos, produce agua caliente y vapor; los metales son separados y vendidos; la arenisca es utilizada en pavimentación.

En Plasco Trail Rd Canadá existe una planta de plasma que comenzó a operar en 2007, tiene una capacidad de 85 ton/día de RSU y tiene una generación de 4MW de electricidad. En otros países se tiene contemplada la instalación de plantas que utilizan esta tecnología para el tratamiento de residuos; Rusia para el tratamiento de residuos radioactivos e Israel para RSU.

Solena Group iniciará en 2009 la construcción de una planta para el tratamiento de RSU y biomasa (residuos agrícolas y forestales) en California. La planta tendrá una capacidad de tratamiento de 288 ton/día, los costos de inversión están calculados en 250 millones de dólares.

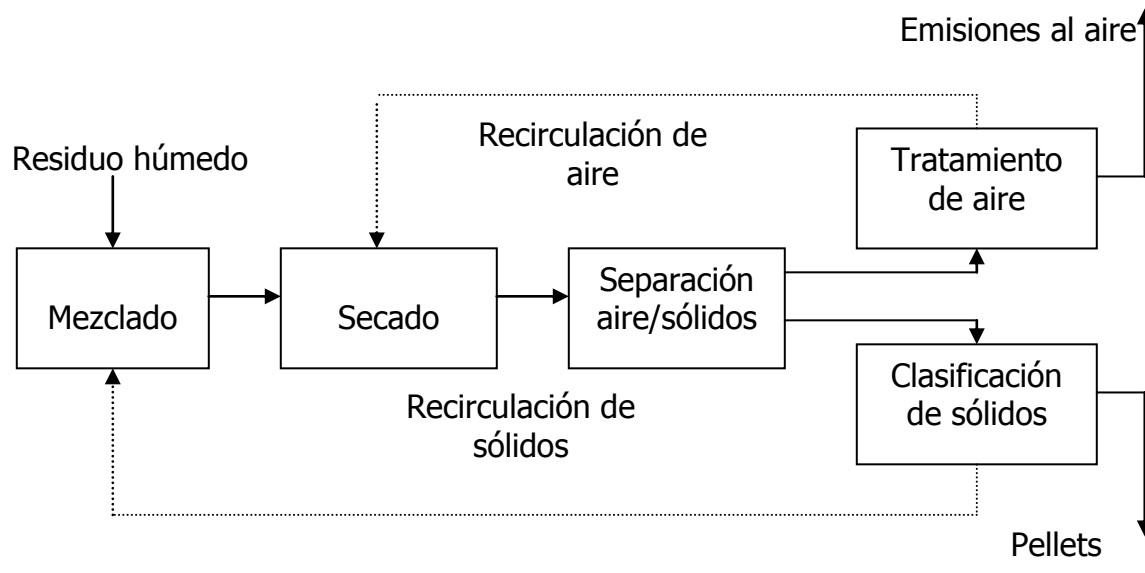
Startech Environmental Corporation está planeando dos plantas una en Panamá con una capacidad de 200 T/D RSU y otra con una capacidad de 10 T/D PCB/POP en China.

1.4. Deshidratación

La deshidratación por temperatura de la fracción orgánica de los RSU consiste en la eliminación de agua a altas temperaturas. En este tipo de tratamientos los costos por consumo de energía son considerables, por lo que algunas plantas han utilizado el calor residual generado en otros procesos térmicos, tales como los incineradores de RSU, para secar el material orgánico.

En la figura 11 se observan las operaciones de una planta de secado de material orgánico; éstas se describen a continuación.

Figura 11. Etapas del proceso de secado de material orgánico



Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de

Los equipos para llevar a cabo la deshidratación por temperatura incluyen: (i) secadores de calor directo, (ii) secadores de calor indirecto, y (iii) secadores combinados.

En el primer caso, el residuo a deshidratar se mezcla con aire caliente, permitiendo la evaporación del agua presente en el residuo. Como combustible se puede emplear diesel, gas natural, e incluso el mismo material orgánico deshidratado. Los secadores de calor indirecto funcionan como intercambiadores de calor, en los cuales el aire caliente y el residuo a deshidratar no se mezclan, mientras que los secadores combinados, como su nombre lo indica, utilizan una combinación de los dos sistemas anteriores para evaporar el agua.

Dependiendo del material que se va a deshidratar, el vapor generado en el proceso podría representar un problema de olores, sin embargo, éste se puede dirigir hacia la zona de combustión para permitir la incineración de las trazas de material orgánico responsables del problema.

El tiempo de retención en el secador puede ir desde 30 minutos hasta 3 horas, dependiendo de la cantidad de agua contenida en los residuos.

Con la mayoría de los secadores de calor directo y combinados, es necesario separar el material deshidratado del vapor que se genera. Para ello se utilizan en separadores ciclónicos, que emplean una fuerza centrífuga para mantener los sólidos en la pared del equipo; eventualmente, los sólidos caen al fondo mientras que el vapor caliente se eleva y sale por la parte superior del ciclón. Para incrementar el contenido de sólidos al inicio del proceso, una parte de los sólidos secos se recircula y mezcla con el material húmedo; esto también propicia el incremento del tamaño de los pellets que conforman el producto final.

Las temperaturas de operación de los equipos varían según el tipo y el combustible utilizado: los secadores de calor indirecto utilizan vapor entre 100 y 215°C, y los secadores de calor directo llegan a emplear aire a temperaturas de

hasta 600°C; entre mayor sea la temperatura, menor será la cantidad de agua presente al final del proceso. Con temperaturas superiores a 80°C (por espacio de algunos segundos hasta 30 minutos, dependiendo del tipo de secador) puede garantizarse la remoción de microorganismos patógenos en el material seco (USEPA, 1984); además, es común que los equipos operen a presión negativa para evitar problemas de olores.

El producto que se obtiene de la deshidratación es un material con un contenido de humedad entre 5 y 20% (ESRU, 1998) en forma de pellets de 1 a 4 mm de diámetro que puede utilizarse principalmente en la agricultura como mejorador de suelos; obviamente, la calidad del producto, incluyendo nutrientes y contaminantes dependerá en gran medida de las características del material suministrado al sistema.

El costo de inversión para una planta con capacidad de 120 ton/turno de 8 horas es de 2.31 Md, el cual incluye los costos por infraestructura (31%), maquinaria y equipos (66%) montaje y arranque (2%), capacitación y software (1%). Sin embargo, cabe aclarar que aparte de la unidad de deshidratación, la empresa integra el equipamiento requerido para efectuar ciertas operaciones de clasificación de RSU; esto es, bandas de selección manual y 2 separadores magnéticos, además de prensas hidráulicas para compactar tanto materiales recuperados como aquéllos provenientes de la corriente de rechazo (con el material de rechazo sugieren que fabriquen materiales de construcción, pero no como parte de su proceso).

Este proceso se ha aplicado con relativa frecuencia para el secado de lodos y biomasa de diferentes tipos; en el caso de los lodos, la deshidratación por temperatura genera un producto orgánico que puede utilizarse como mejorador de suelo. A nivel piloto la empresa DITEK opera una planta en el Estado de Puebla, sin embargo, no existen registros de que esta tecnología se haya aplicado a escala industrial en México u otro país para el procesamiento de RSU.

1.5. Mineralización

La tecnología de mineralización consiste en la transformación de residuos sólidos en un material cerámico inerte. De acuerdo con la información proporcionada por la empresa IECOSA CORPORATION S.A. DE C.V., el proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

Después de recibir los residuos en la planta, se clasifican por tamaño utilizando un tambor clasificador que separa la fracción menor a 3 cm; de la corriente de rechazo (gruesa) se seleccionan manualmente los subproductos reciclables, el resto se lleva a un triturador y se reenvía al tambor clasificador.

Una vez homogéneo el tamaño de las partículas, el material se lleva al proceso de mineralización, donde se analiza para determinar su composición, con el objeto de establecer la mezcla ideal de aditivos a dosificar. Entre los aditivos que se agregan se encuentran sustancias adhesivas, orgánicas, silicatos estructurales, sustancias minerales de apoyo y acelerantes.

En el reactor ocurre el proceso físico-químico de transformación y creación de cristales minerales; el proceso se repite en un segundo reactor. El producto final se analiza para determinar el éxito del proceso; el nuevo material es un sólido granular, con apariencia de arena. Al final, por cada 100 t de residuos

alimentados, se agregan 20 ton de aditivos y se obtienen 70 ton de material cerámico, que denominan CM500.

Un análisis mineralógico efectuado en el laboratorio de análisis químico de la ciudad de Darmstadt, muestra que más del 30% de la composición del CM500 se refiere a sustancias minerales inorgánicas; la mayor parte son de aluminio y de combinaciones de silicatos.

Otro de los minerales que contiene el CM500 es orto-silicato de calcio, que reacciona en presencia de agua y propicia la formación de cristales alargados con estructuras de cadenas moleculares, permitiendo que la masa se endurezca como lo hacen los materiales puzolánicos; esto lo hace apropiado para su uso como materia prima de cementos finos para acabados.

Aunque la experiencia detrás de esta tecnología no es amplia, la empresa ECOCYCLE TECHNOLOGY GMBH, creadora de la tecnología de mineralización, opera 5 plantas de mineralización, 4 de las cuales están en Alemania y 1 en Austria, aunque no se detallan sus capacidades ni el tipo de residuos que procesan. En México, IECOSA CORPORATION manifestó tener un contrato con el Gobierno del Estado de Veracruz para el tratamiento de residuos de hidrocarburos provenientes de la extracción de petróleo.

El costo de inversión que propone la empresa, para una planta de 50 ton/h de capacidad, es de 23 Md, considerando un proyecto llave en mano; el costo de operación del tratamiento es de 12 USD/ton.

1.6. Fabricación de Bloques de Construcción

El término aglomeración incluye todos los procesos en los cuales partículas finas y/o dispersas se agregan mediante procesos físicos y químicos para formar un producto de mayor tamaño. El material resultante se llama aglomerado y su tamaño se rige por el uso final que tendrá. La empresa VANTECH PENINSULAR S.A. DE C.V., utiliza este y otros procesos para la fabricación de bloques de construcción utilizando RSU.

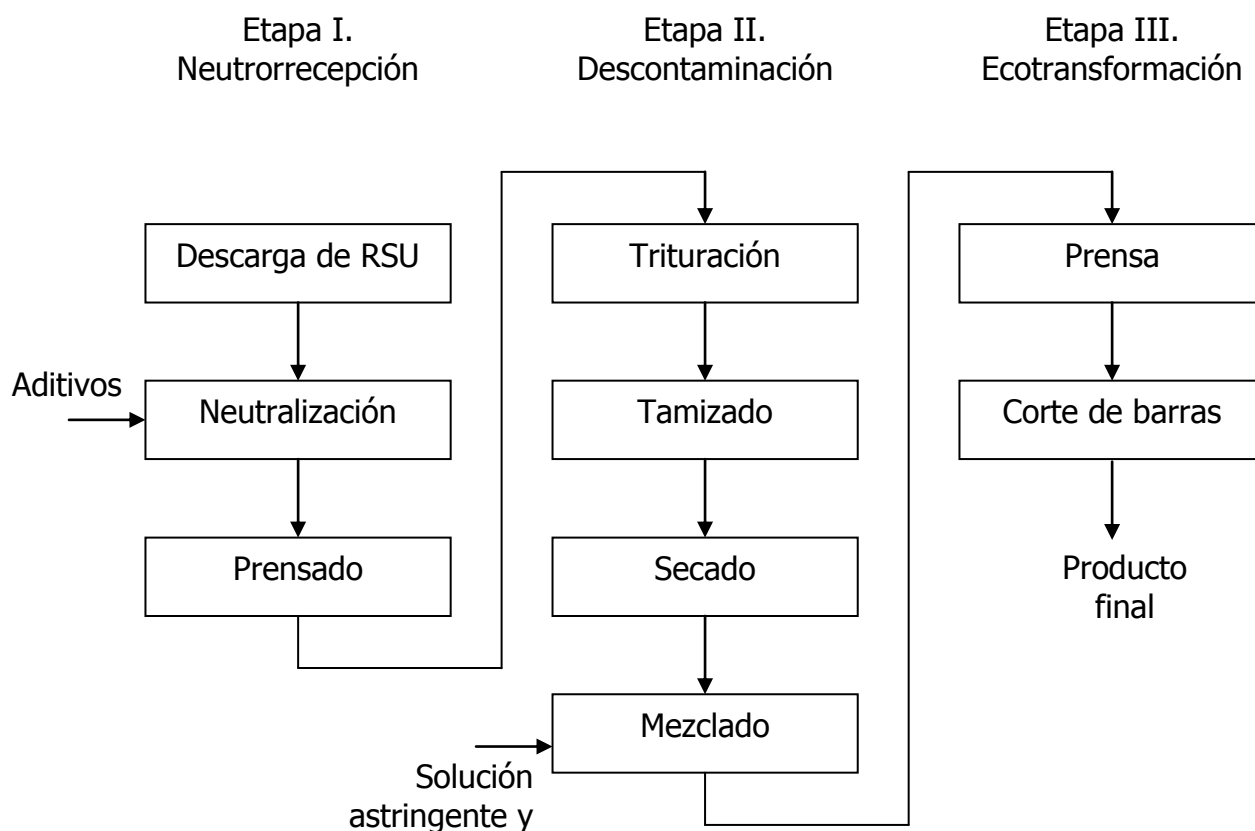
De acuerdo con la información proporcionada por la propia empresa, el proceso consta de tres etapas: (i) Neutrorrecepción; (ii) Descontaminación; y (iii) Ecotransformación (figura 3.9). En la primera etapa los vehículos de recolección descargan los RSU a una tolva que los transporta hasta un tanque de neutralización. Al mismo tiempo, se agregan dos productos, parte de su patente, cuya función es neutralizar los procesos químicos y microbiológicos que podrían llevarse a cabo por la degradación de la materia orgánica contenida. Los productos se dosifican con base en una formulación establecida y permanecen por espacio de 4 a 5 días en contacto con los residuos. Al final de este proceso, los residuos se transportan por medio de bandas hasta una prensa mecánica, para desalojar los líquidos que contenga la mezcla.

En la etapa de descontaminación el producto se tritura para reducir el tamaño de las partículas y posteriormente se tamiza; la fracción gruesa se reincorpora al sistema de trituración, mientras que la fina se seca en un horno eléctrico a temperaturas entre 200 y 250°C, hasta obtener un producto con humedad de 12%. Este material se combina con una solución astringente y otros dos aditivos que proporcionan las características de resistencia a la mezcla.

En la etapa final se da forma al material por medio de una prensa hidráulica. El producto se obtiene como una barra que se corta y moldea de acuerdo a las

necesidades de su comercialización. Los bloques que se obtienen pueden utilizarse en la construcción de mobiliario urbano, como postes, bardas, paraderos de camión, comederos de animales, techos, guarnición de banquetas, etc. Asimismo, la empresa reporta que, como material de construcción, el bloque es más resistente y duradero que el concreto y el asfalto, por lo que se puede utilizar para la construcción de viviendas.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de transformación de RSU en bloques para construcción



Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de *VANTECH PENINSULAR S.A. de C.V.*, 2005

En cuanto a los costos, la empresa calcula un costo de inversión de 4.92 Md, para una planta tipo con capacidad para procesar 180 ton/día de RSU; 71% del monto corresponde a obra civil, maquinaria y equipo, y el 29% restante incluye terreno, estudios y proyectos y otros conceptos. Asimismo, el costo de operación proporcionado es de 19.6 USD/ton.

Según la documentación de VANTECH, existen 214 plantas de este tipo operando en la provincia de Rusia, con capacidades que oscilan entre 30 y 600 ton/día; sin embargo, no existen referencias que sugieran la operación de instalaciones similares, a nivel comercial, en otros países.

1.7. Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un tratamiento biológico que puede utilizarse para recuperar los nutrientes y energía contenidos en los residuos orgánicos; como

beneficio adicional los remanentes generados durante el proceso ya están estabilizados (European Environment Agency, 2002). Las características generales del proceso son las siguientes:

- Se necesitan condiciones estables de temperatura en el rango mesofílico (cerca de 35°C) o termofílico (cerca de 55°C)
- La humedad debe ser al menos superior a 60%

• El proceso genera biogás, mezcla de CH₄ and CO₂, con trazas de H₂S y N₂ y NH₄, dependiendo del material alimentado, una fracción líquida con alto contenido de nutrientes (no en todos los casos) y una fracción fibrosa.

a). Aspectos generales

La digestión anaerobia es ampliamente utilizada en el mundo para generar metano a partir de los residuos animales y de la agricultura. Un inconveniente es que se requiere agregar agua a los residuos orgánicos para alcanzar niveles de contenido de sólidos de 4-8%. Después de que la digestión se ha llevado a cabo se obtiene un líquido, el cual es necesario secar antes de disponerlo. La forma en que se tratarán estos líquidos y la cantidad generada es una consideración importante al momento de seleccionar el sistema de digestión anaerobia con bajo contenido en sólidos.

Una variante del sistema anterior es mezclar mayor cantidad de sólidos para alcanzar porcentajes del 22% o superiores; la diferencia es que el secado de los remanentes es mucho más fácil. En el proceso “seco” el contenido de sólidos puede llegar hasta 35%; en el digestor se alcanzan temperaturas entre 25-55°C. El remanente se seca (40% agua y 60% fibra) el agua resultante de la separación se puede reciclar. Los procesos de digestión anaerobia involucran tres fases de operación: una primera fase en donde se realiza la preparación de la fracción orgánica del residuo, para RSU mezclados desde el origen el acondicionamiento consiste en la selección, separación y trituración; para materiales separados desde la fuente sólo se requiere la trituración.

El segundo paso consiste en agregar agua, nutrientes, mezclado, ajuste de pH a 6.8 y calentar la mezcla a 55-60°C; la digestión anaerobia se lleva a cabo en reactores de flujo continuo en donde se encuentra mezclado todo por completo. En algunos casos se utilizan reactores en serie en lugar de reactores de flujo continuo. La forma en que se agregan nutrientes y humedad es por medio de lodos de aguas residuales o estiércol; también se pueden agregar otros nutrientes. Debido a que se pueden formar espumas en la superficie (lo cual interfiere con la operación) se requiere mezclar de manera continua durante la digestión.

La tercera fase involucra la captación, almacenamiento y si es necesario, la separación del gas; el secado y la disposición final de los líquidos generados es una tarea que necesariamente debe realizarse.

b). Procesos biológicos

Los procesos biológicos involucrados en la digestión anaerobia se llevan a cabo en tres fases: Una primera en donde actúa la transformación enzimática (hidrólisis) de las moléculas complejas en compuestos disponibles. El segundo paso involucra una transformación bacteriológica de los compuestos resultantes de la primera etapa en productos intermedios. En la tercera etapa se realiza la

transformación de los compuestos intermedios en productos simples principalmente metano y dióxido de carbono. En la digestión anaerobia de los residuos trabajan una cantidad considerable de microorganismos. Un grupo es responsable de hidrolizar los polímeros y lípidos orgánicos en compuestos más sencillos como ácidos grasos, monosacáridos y aminoácidos.

Un segundo grupo de bacterias anaerobias rompe y fermenta los productos resultantes del primer grupo en ácidos orgánicos más simples, el más común en esta fase de la digestión es el ácido acético. Las bacterias de este segundo grupo son conocidas como acidogénicas o formadoras de ácidos.

Un tercer grupo de microorganismos convierte el hidrógeno y al ácido acético en gas metano y dióxido de carbono. Las bacterias responsables de esta conversión son estrictamente anaerobias y son conocidas como metanogénicas. Muchos organismos encontrados en rellenos sanitarios y digestores son similares; también se encuentran al interior de los estómagos de los rumiantes o en sedimentos orgánicos formados en lechos de lagos o ríos.

c). Costos

De acuerdo a datos europeos, para el proceso húmedo se tuvieron costos de inversión de 4.9 Md para una planta con capacidad de 31,000 ton/año, mientras que para una planta de 45,000 ton/año la cifra ascendió a 8.7 Md; para estas plantas el costo de operación fluctuó entre 9.5 y 42.7 USD/ton; la diferencia entre estos datos radica en los procesos instalados en cada una de ellas.

d). Experiencia en otros países

Digestores pequeños, aplicados al tratamiento de excretas de animales, se han usado durante siglos en muchos países; se estima que actualmente existen en el mundo más de 10,000 instalaciones de digestión anaerobia para aguas residuales municipales y de procesos industriales. Para el tratamiento de RSU, McLanaghan (2002) reporta la existencia de al menos 150 plantas a escala comercial que procesan la fracción orgánica de RSU separados en la fuente. Dinamarca tiene la experiencia más amplia en este ámbito, con 18 plantas operando a gran escala en su territorio; los procesos alimentan en forma conjunta RSU separados en la fuente, residuos de procesos industriales y excretas de animales. En México no se tienen antecedentes de aplicación de esta tecnología para RSU.

2. Análisis de las tecnologías de tratamiento

2.1. Ventajas y desventajas

En la tabla 10 y a manera de resumen, se presenta un comparativo de las ventajas y desventajas que plantea cada una de las tecnologías que se describió en los apartados anteriores.

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Composteo	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del espacio requerido para la disposición final de los RSM Degradación completa de los residuos orgánicos Se obtiene un mejorador de suelos, 	<ul style="list-style-type: none"> Para obtener composta de buena calidad se requiere separar <i>in situ</i> los residuos sólidos orgánicos Antes de la elaboración se requiere acondicionar (triturar) los residuos lo que

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	<p>como valor agregado</p> <ul style="list-style-type: none"> • La composta se puede utilizar como material de cubierta final para rellenos sanitarios • Es un tratamiento muy económico, comparado con otras opciones 	<p>aumenta el costo del tratamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se requiere controlar las condiciones físicas, químicas y biológicas del proceso • Existe un mercado reducido para la composta • Su almacenamiento debe ser por periodos cortos • Requiere de tiempos prolongados para estabilización • Se requiere de áreas grandes
Tratamiento mecánico-biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la cantidad de residuos dispuestos • Reducción de la necesidad de material para la cobertura diaria de las celdas • Aumento de la vida útil del relleno sanitario • Reducción de la DBO y DQO de los lixiviados, entre 90-98% • Reducción de la generación de biogás, hasta 95% con 20 semanas o más de tratamiento • Minimización de riesgos de incendios en el relleno sanitario • Eliminación de la atracción de fauna nociva en el sitio de disposición • Reducción a 3 o 5 años el tiempo necesario de monitoreo del relleno sanitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de un área adicional para el TMB • No es económicamente factible para corrientes superiores a 1500 ton/d • Necesidad de personal capacitado • Después de 9 meses de TMB, la reducción en volumen de la fracción orgánica es de sólo 20%
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de hasta 90% en peso y 75% en volumen de la cantidad de residuos alimentados • Incrementa la vida útil de los sitios de disposición final • El calor generado se puede aprovechar como energía (vapor o electricidad) • Requiere una superficie de terreno mínima, en comparación con procesos como la fabricación de composta • Las condiciones climatológicas no afectan el proceso • Bajas emisiones de contaminantes, si los sistemas de control de emisiones son adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> • Si los equipos de incineración y/o control de emisiones no operan adecuadamente o son obsoletos, se emiten contaminantes al aire, como partículas suspendidas, hidrocarburos insuficientemente quemados, CO₂, gases ácidos, NO_x, SO_x, CO, metales pesados, PCDD/PCDF, etc. • A pesar de la gran reducción de volumen que ofrece el proceso, quedan cenizas que pueden requerir un manejo especial • Generación de energía radiante y ruido • Elevados costos de inversión y operación • Elevado consumo de energía para incinerar residuos con alto contenido de humedad y bajo PC

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación total de microorganismos 	<ul style="list-style-type: none"> • Se destruyen materiales potencialmente reciclables • Requiere personal especializado para la operación y mantenimiento de la instalación • Si los equipos provienen de otros países, requiere un programa eficiente para proveer refacciones y partes de repuesto • Requiere equipos de monitoreo continuo cuyos costos de adquisición y mantenimiento pueden ser elevados • Requiere la separación previa de materiales no combustibles • Requiere infraestructura para el análisis de muestras ambientales (DyF) • Se requiere un sitio para la disposición final de las cenizas • Rechazo de la comunidad
Pirólisis	<ul style="list-style-type: none"> • Al no haber combustión de residuos, las emisiones de contaminantes a la atmósfera son menores • Los procesos pueden ser modulares y escalables dependiendo de las necesidades de cada proyecto • Incrementa la vida útil de los sitios de disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • La calidad de los productos del proceso depende de la homogeneidad del material alimentado; en el caso de los RSU, éstos son heterogéneos por definición • El agua que se separa del líquido producido también requiere tratamiento • No hay mucha experiencia internacional o nacional en el uso de esta tecnología a escala comercial para el manejo de RSU • Por lo mismo, los costos de operación pueden ser más elevados que los de la incineración convencional • No presenta economía de escala como la incineración convencional; se espera que ésta se adquiera cuando la tecnología madure • Por ser un proceso térmico para el tratamiento de residuos, puede generar la misma percepción negativa que la incineración, con los efectos que esto conlleva • Requiere una sinergia con el sector energético para la distribución de los combustibles generados
Gasificación Convencional	<ul style="list-style-type: none"> • Puede presentar menores emisiones y mayor eficiencia térmica que la incineración directa de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Para mejorar la eficiencia del proceso, requiere separación <i>in situ</i> de residuos orgánicos

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Esta tecnología puede desplazar el consumo de materia prima virgen y combustibles fósiles si se aprovechan los materiales generados en el proceso • Algunos procesos como el <i>Thermoselect</i> producen un material granulado, en vez de ceniza, que se puede utilizar en ciertas aplicaciones industriales. • Se puede generar hidrógeno, que está emergiendo con fuerza como una fuente de energía alternativa 	<ul style="list-style-type: none"> • El gas generado puede ser tóxico • El oxígeno del proceso y el gas combustible generado representan un riesgo para la seguridad de la planta, por lo que deben manejarse con la precaución necesaria • Las partículas de brea, aceite y coque que también se generan en el proceso, pueden representar contaminantes que habrá que eliminar del gas, particularmente si se usa en turbinas y otras aplicaciones similares • No hay mucha experiencia internacional o nacional en el uso de esta tecnología a escala comercial para el manejo de RSU • Por lo mismo, los costos de operación pueden ser más elevados que los de la incineración convencional • No presenta economía de escala como la incineración convencional; se espera que ésta se adquiera cuando la tecnología madure • Requiere una sinergia con el sector petroquímico, entre otros, para la distribución de los combustibles generados • Por ser un proceso térmico para la incineración de residuos, la percepción pública lo cataloga erróneamente como incineración, con los efectos que esto conlleva
Gasificación por Plasma	<ul style="list-style-type: none"> • Puede presentar menores emisiones y mayor eficiencia térmica que la incineración directa de los residuos • Esta tecnología puede desplazar el consumo de materia prima virgen y combustibles fósiles si se aprovechan los materiales generados en el proceso • La mayoría de los procesos como producen un material granulado, en vez de ceniza, que se puede utilizar en ciertas aplicaciones industriales y de construcción. • Genera gas de síntesis que se puede tener mayores aplicaciones que sólo la producción de vapor (incineración) 	<ul style="list-style-type: none"> • Para mejorar la eficiencia del proceso, requiere separación <i>in situ</i> de residuos orgánicos • El gas generado requiere limpieza por lo que las instalaciones pueden variar en complejidad • Los residuos requieren ser homogeneizados y secados antes de entrar al proceso • Reducida o casi nula experiencia internacional o nacional en el uso de esta tecnología a escala comercial para el manejo de RSU • Por lo mismo, los costos de operación pueden ser más elevados que los de la incineración convencional

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Dado que el gas de síntesis se limpia previamente, después de la combustión estos requieren menor limpieza • 	<ul style="list-style-type: none"> • El Poder calorífico del gas de síntesis puede variar mucho, dependiendo de la calidad de los residuos utilizados • Requiere una sinergia con el sector petroquímico e industrial, entre otros, para la distribución de los combustibles generados • Por ser un proceso térmico para la incineración de residuos, la percepción pública lo cataloga erróneamente como incineración, con los efectos que esto conlleva. • El gas de síntesis puede contener trazas de plomo y otros compuestos que pueden generar corrosión en los equipos • Se requiere asegurar un mercado de subproductos antes de pensar en construcción de una de estas plantas. • La relación a menor cantidad de inorgánicos en la alimentación mayor eficiencia del proceso requiere alta eficiencia en la preparación de la alimentación del equipo.
Deshidratación	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce 80% del peso y 70% en volumen de los residuos orgánicos • Las temperaturas del proceso permiten la esterilización pero no la combustión de la materia orgánica • El tratamiento se efectúa en corto tiempo • El producto puede utilizarse como mejorador de suelos • Incrementa la vida útil del relleno sanitario 	<ul style="list-style-type: none"> • La calidad del mejorador de suelos está en función de la eficiencia de la separación del material orgánico • La colocación del producto depende de las necesidades del mercado • La tecnología no ha sido probada a escala comercial para RSU
Mineralización	<ul style="list-style-type: none"> • Se genera un subproducto comercializable • Incrementa la vida útil de los sitios de disposición final • No hay emisiones a la atmósfera ni consumo de agua significativos 	<ul style="list-style-type: none"> • La información sobre su aplicación a escala comercial para el procesamiento de RSU es limitada • La comercialización del producto depende de las necesidades del mercado
Fabricación de ladrillos	<ul style="list-style-type: none"> • Se genera un subproducto comercializable • Incrementa la vida útil de los sitios de disposición final • No hay emisiones a la atmósfera ni consumo de agua significativos 	<ul style="list-style-type: none"> • La información sobre su aplicación a escala comercial para el procesamiento de RSU es limitada • La comercialización del producto depende de las necesidades del mercado

Tabla 10. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de RSU

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Digestión anaerobia	<ul style="list-style-type: none"> • Para el caso de los líquidos casi se recupera el 100% de los nutrientes de los materiales orgánicos (nitrógeno, fósforo y potasio) si el material digerido es llevado y regado como abono. • Se produce un fertilizante limpio y libre de contaminantes y patógenos. El nitrógeno contenido es más asimilable por las plantas. • Al colocar el material digerido en las cosechas no se desprenden olores desagradables. • Puede sustituir los agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren residuos separados en fuente para evitar otros procesos de separación. • Las fibras (sólidos) requieren de un composteo adicional si se utiliza como acondicionador en horticultura o jardinería. • Es necesario desarrollar el mercado para el fertilizante líquido antes de establecer la aplicación del método. • Puede haber emisiones fugitivas de metano y de gas no quemado del proceso de recuperación de energía (1-4%). • La digestión anaerobia no es conveniente para tratar periódicos, textiles y maderas.

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos del Foro de Tecnologías, 2005

2.2. Análisis comparativo

En las tablas 11, 12 y 13 se comparan las tecnologías. Para facilitar el análisis, los procesos se clasificaron en biológicos (composteo, digestión anaerobia y TMB), térmicos (incineración, gasificación y pirólisis) e innovadores (deshidratación, mineralización y fabricación de bloques de construcción).

La comparación se efectúa con base los criterios más representativos y aquéllos para los cuales se obtuvo la información más completa. Estos criterios se clasificaron en tres categorías: (i) técnicos, es decir aquéllos relacionados con las características de los residuos aceptables y no aceptables para cada proceso, así como con el funcionamiento general de las plantas de tratamiento; (ii) económicos, o sea los costos de inversión y operación de cada planta propuesta; y (iii) ambientales, en los que se indican los consumos de recursos, emisiones contaminantes y recuperación de materiales de las tecnologías estudiadas. Cada uno de los criterios se describe a continuación.

a). Criterios técnicos

Experiencia aplicada a RSU. Este criterio se refiere a los antecedentes de la tecnología y si ésta se ha aplicado con éxito para el tratamiento de RSU.

Principio de funcionamiento. Aquí se describe el tipo de procesos (biológicos, térmicos u otros) involucrados en la transformación de los residuos.

Residuos admitidos. Es el tipo de residuos para los cuales es apropiado el tratamiento, de acuerdo al principio de funcionamiento de la tecnología; se especifica si es necesaria la separación en la fuente o si se pueden admitir residuos mezclados.

Residuos no admitidos. Se refiere al tipo de residuos que no puede manejar el tratamiento, de acuerdo con su principio de funcionamiento.

Capacidad de la planta. Este parámetro se indica en función de una planta tipo.

Área requerida. Se refiere a la extensión de terreno necesaria para alojar la instalación propuesta.

Plazos de la puesta en servicio. Son los tiempos reportados por los proveedores de tecnologías de acuerdo a las características de la planta tipo propuesta por ellos mismos; en algunos casos no se proporcionó esta información, sin embargo, no se incluyó información de otras fuentes debido a que los rangos reportados en la bibliografía son muy amplios, por lo que no se pueden tomar como una referencia.

Disponibilidad de refacciones en México. Se incluyó este parámetro debido a que la mayoría de las tecnologías presentadas utiliza equipos diseñados y/o fabricados en otros países; así, para evitar la suspensión del servicio por tiempos prolongados se debe asegurar el suministro adecuado de refacciones a la planta.

Requerimientos de personal. Se refiere a la plantilla de trabajadores (obreros, técnicos y administrativos) que operará en las instalaciones de la planta, de acuerdo a la propuesta de cada uno de los proveedores de tecnologías.

Vida útil de los equipos. Es el plazo en el que, con adecuado mantenimiento, los proveedores de tecnología aseguran que sus equipos trabajarán sin necesidad de reemplazos mayores.

b). Criterios económicos

Costo de inversión total. Este criterio se refiere al costo del proyecto “llave en mano” de las propuestas presentadas por cada una de las empresas; para la pirólisis y la digestión anaerobia, se tomaron los valores reportados en la bibliografía, de acuerdo a las plantas que se tomaron como ejemplo.

Costo de inversión unitario. Se incluyó este criterio para comparar el monto que se tiene que invertir por tonelada de residuos tratados para cada una de las plantas, de acuerdo a las propuestas presentadas por los proveedores de tecnologías.

Costo de operación. Aquí se presentan los costos por tonelada de residuo tratado para cada una de las tecnologías analizadas.

c). Criterios ambientales

Consumo de electricidad y agua. Se indican de forma cualitativa los requerimientos de electricidad y agua, así como su uso en los procesos analizados.

Emisiones al aire, agua y suelo. Al igual que en el criterio anterior, se menciona cualitativamente el nivel de emisiones esperadas al aire, agua y suelo, en el rango de bajo a alto.

Generación de productos residuales. Se refiere al tipo y cantidad de productos residuales generados durante el tratamiento, que requerirán de manejo especial o acondicionamiento posterior.

Subproductos recuperados. Se mencionan los tipos de materiales aprovechables que se obtienen a partir del tratamiento; en los casos en los que se cuenta con la información, se menciona la tasa de recuperación de los procesos.

Recuperación de energía. Se refiere a la capacidad potencial de obtener energía a partir del tratamiento, ya sea en forma de biogás o algún otro componente para la generación de energía eléctrica o térmica.

Recuperación de nutrientes. Aquí se indica si, como resultado de la aplicación del proceso, se obtienen materiales aprovechables como mejoradores de suelos.

Tabla 11. Análisis comparativo de los tratamientos biológicos

Criterios de evaluación	Composteo ^a	Digestión anaerobia ^b	TMB
a). Técnicos ^c			
Experiencia aplicada a RSU	Si	No	Si
Principio de funcionamiento	Biodegradación por microorganismos aerobios	Biodegradación por microorganismos anaerobios	Separación de materiales reciclables y biodegradación por microorganismos aerobios
Residuos admitidos	Residuos separados en fuente, materia y nutrientes tan puros como sea posible	Residuos separados en fuente, materia y nutrientes tan puros como sea posible	Mezclados o separados en la fuente
Residuos no admitidos	Residuos inorgánicos y peligrosos	Residuos inorgánicos y peligrosos	Residuos peligrosos; eventualmente se separan los contaminantes y obstaculizantes
Capacidad de la planta (ton/h)	25.0	7.0	37.8
Área requerida (m ²)	No determinado	No determinado	90,000
b). Económicos			
Costo de inversión total (1000 USD)	750	5,050	19,000
Costos de inversión unitario (USD/ton)	30	721	502
Costo de operación (USD/ton)	25.0	14.2	13.5
c). Ambientales			
Consumo de electricidad	No requiere energía eléctrica a menos que se utilice ventilación forzada y para acondicionar el residuo	Requiere energía eléctrica que puede ser generada por la misma planta	No requiere
Consumo de agua	Requiere agua para ajustar niveles de humedad	Requiere agua para ajustar niveles de sólidos de la mezcla	El tratamiento biológico requiere agua para ajustar la humedad
Emisiones al aire	Bajo	Bajo	Bajo, durante el tratamiento biológico
Emisiones al agua	Bajo-medio	Bajo-medio	Bajo-medio
Emisiones al suelo	Medio	Medio	Bajo-medio
Generación de productos residuales	Ninguno	2-20% material prefiltrado (plástico, metal, vidrio, piedras)	10-50% según calidad de RSU ingresados
Subproductos recuperados	Mejorador de suelo (40-50% del total ingresado)	Gas combustible; sólido y líquido mejoradores de suelos	Reciclables ^d
Recuperación de energía	No	Sí	No
Recuperación de nutrientes	Sí, 2.5-10.0 kg N 0.5-1 kg P 1-2Kg K	Sí, 4.0-4.5 kg N 0.5-1 kg P 2.5-3 Kg. K	No ^d

^a Cálculos con base en los rangos reportados por BID-OPS, 1998; el expositor no los proporcionó

^b Con datos de McLanaghan, 2002.

^c No se obtuvo información para los últimos 4 parámetros técnicos, por lo que las filas se omitieron de la tabla

^d Según la propuesta de Faber-Ambra; teóricamente es posible obtener mejorador de suelos, material combustible, etc.

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos del Foro de Tecnologías, 2005

Tabla 12. Análisis comparativo de los tratamientos térmicos

Criterios de evaluación	Incineración	Pirólisis ^a	Gasificación Convencional	Gasificación por Plasma
a). Técnicos				
Experiencia aplicada a RSU	Si	No	No	Si, aunque limitada
Principio de funcionamiento	Combustión	Conversión termoquímica en ausencia de oxígeno	Conversión termoquímica con suministro limitado de oxígeno	Conversión termoquímica en ausencia de oxígeno
Residuos admitidos	Previamente seleccionados, todos los RSU; el volumen se minimiza	RSU, materiales contaminados, o fracciones secas con alto contenido de carbono	Residuos separados secos con alto contenido de carbono	Residuos orgánicos secos con alto contenido de carbono
Residuos no admitidos	RSU húmedos o de gran tamaño, según el proceso	RSU húmedos o de gran tamaño, según el proceso	RSU húmedos o de gran tamaño, según el proceso	RSU húmedos o de gran tamaño, según el proceso
Área requerida (m ²)	39,600	5,000	7,200	
Plazos de la puesta en servicio	No determinado	No determinado	6 a 9 meses	No determinado
Disponibilidad de refacciones en México	No determinado	No determinado	1 a 2 semanas	No determinado
Requerimientos de personal	120 personas	No determinado	8 personas	No determinado
Vida útil de equipos	20 a 30 años	No determinado	20 años	No determinado
b). Económicos				
Costo de inversión total (1000 USD)	202,699	9,500	80,000	ND
Costos de inversión unitario (USD/ton)	2,252	863	6,400	250
Costos de operación (USD/ton)	45.0	47.5	15.0	36.0
c). Ambientales				
Consumo de energía	Requiere energía eléctrica que puede ser generada por la misma planta	Requiere energía eléctrica que puede ser generada por la misma planta	Requiere energía eléctrica que puede ser generada por la misma planta	Requiere energía eléctrica que puede ser generada por la misma planta
Consumo de agua	Requiere agua para enfriar escorias y lavar cenizas, así como para enfriamiento y limpieza de los gases	Requiere agua para enfriar residuos sólidos, según el proceso	Requiere agua para enfriar residuos sólidos, según el proceso	Requiere agua para enfriar residuos sólidos y depuración del syngas, según el proceso
Emisiones al aire	Bajo-medio	Bajo-medio	Bajo	Bajo
Emisiones al agua	Bajo-medio	Bajo-medio	Bajo-medio	Bajo-medio
Emisiones al suelo	Bajo-medio	Bajo	Bajo	Bajo
Generación de productos residuales	3% cenizas	0.5 a 2% de residuos de la limpieza del gas combustible	hasta 3.8% de residuos de la limpieza del gas combustible	No Determinado

Subproductos recuperados	Agua o vapor caliente; electricidad	Gas, líquido y sólido combustibles	Gas combustible	Gas combustible, materiales para construcción.
Recuperación de energía	Sí	Sí	Sí	Sí
Recuperación de nutrientes	No	No	No	No

^a Con datos de McLanaghan, 2002.

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos del Foro de Tecnologías, 2005

Tabla 13. Análisis comparativo de otros tratamientos

Criterios de evaluación	Deshidratación	Mineralización	Fabricación de bloques de construcción
a). Técnicos			
Experiencia aplicada a RSU	No	No	No
Principio de funcionamiento	Selección de reciclables y deshidratación de la fracción orgánica de los RSU	Proceso físico-químico de transformación y creación de cristales minerales	Descontaminación, compactación y aglomeración con ayuda de aditivos
Residuos admitidos	RSU mezclados	RSU, especiales, peligrosos, lodos, cascajo, residuos de desasolve	RSU, especiales
Residuos no admitidos	Inorgánicos y contaminantes	Ninguno	Peligrosos
Capacidad de la planta (ton/h)	15.0	50.0	22.5
Área requerida (m ²)	9,280	50,000	10,000
Plazos de la puesta en servicio	6 meses	12 meses	8 meses
Disponibilidad de refacciones en México	1-2 días hábiles	4 días	2 días
Requerimientos de personal	76 por turno	89 por turno	11 obreros, 2 administrativos y 3 técnicos
Vida útil de equipos	15 a 20 años	15 años	70 años
b). Económicos			
Costo de inversión total (1000 USD)	2,310	2,090	4,922
Costo de inversión unitario (USD/ton)	154	42	219
Costo de operación (USD/ton)	9.0	12.0	24.5
c). Ambientales			
Consumo de electricidad	Requiere electricidad en un nivel medio-alto	Requiere electricidad en un nivel bajo-medio, sin embargo puede autoabastecerse	Bajo-medio
Consumo de agua	No requiere	Requerimiento de agua limitado, dada la generación propia de los motores de generación de electricidad; 100m ³ /día	No requiere

Emisiones al aire	Bajo	Bajo	Bajo
Emisiones al agua	Bajo	Bajo	Bajo
Emisiones al suelo	Bajo	Bajo	Bajo
Generación de productos residuales	10-20% de materiales de rechazo	Ninguno	Ninguno
Subproductos recuperados	Materiales reciclables y mejorador de suelo	Material cerámico	Bloques de construcción para mobiliario urbano (100% del total ingresado)
Recuperación de energía	No	Si	No
Recuperación de nutrientes	Si	No	No

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos del Foro de Tecnologías, 2005

3. Conclusiones de Análisis de Tratamiento

Los detalles más relevantes que resultan del análisis de las tablas comparativas se indican a continuación.

Las tecnologías analizadas abarcan procesos muy variados, desde procesos biológicos, térmicos e incluso procesos físico-químicos innovadores; sin embargo, es necesario hacer el recuento de las tecnologías que cuentan con experiencia probada en el tratamiento de RSU. En este aspecto únicamente la composta y la incineración, y en menor grado el tratamiento mecánico-biológico, son métodos ampliamente estudiados; el resto se trata de opciones que se han desarrollado para el tratamiento de otro tipo de materiales, generalmente más homogéneos, como biomasa, excretas de animales, biosólidos, etc., o bien tecnologías que son de reciente creación y corta experiencia para el manejo de RSU.

El rango de capacidades de las plantas propuestas es muy amplio, sin embargo, estos valores ofrecen un panorama sobre la escala a la que pueden operar estos equipos: la incineración es la tecnología que puede aceptar mayores volúmenes de RSU, mientras que otras tecnologías en desarrollo no pueden ofrecer tal capacidad.

Por lo que se refiere al área requerida para la instalación de las plantas, el tratamiento mecánico-biológico es el que demanda más espacio; por definición, los requerimientos del composteo son del mismo orden, sin embargo no se obtuvo información en este sentido y el expositor no la proporcionó. Otros tratamientos como la pirólisis, la gasificación y la deshidratación requieren poco espacio, sin embargo se debe considerar que por el tonelaje que podrían manejar, se trata de plantas pequeñas.

Por lo que toca a los plazos de puesta en servicio de cada planta, éstos fluctúan entre 6 y 12 meses para todas las opciones documentadas; para la composta y el TMB se podrían esperar plazos más cortos, sin embargo, esta información no fue proporcionada en su momento por los expositores.

Otro criterio a tomar en cuenta es el que se refiere a la disponibilidad de refacciones en México; sin embargo, con excepción de los procesos térmicos, cuya operación dependería de equipos de importación, aparentemente este no sería un problema, de acuerdo con lo que manifestaron la mayoría de los proveedores de tecnologías.

En relación con la vida útil de los equipos, sólo resalta la propuesta de *VANTECH PENINSULAR S.A. de C.V.* para la fabricación de bloques de construcción, manifestando que la vida útil de los equipos que ofrece es de aproximadamente 70 años, cifra que dista mucho del rango promedio de 15 a 30 años que ofrece el resto de los proveedores.

En cuanto a los costos de inversión resalta la incineración, que se ha caracterizado por ser uno de los métodos de tratamiento más caros debido al equipamiento que implica; sin embargo, si se compara el costo de inversión por tonelada para cada una de estas tecnologías, la más cara resulta ser la gasificación, según la propuesta de *Oxidación Térmica S.A.* Esta opción es 3 veces más costosa que el proyecto de incineración presentado por *PAMSA* y 9 veces mayor que la pirólisis con datos obtenidos de la bibliografía consultada. En el otro extremo se encuentran el composteo y la mineralización, como los métodos que requieren menor inversión por tonelada de residuos tratados. Un caso similar ocurre con los costos de operación, ya que el método de tratamiento más costoso es la incineración (la pirólisis aparece como el tratamiento más caro, sin embargo los datos se tomaron de referencias bibliográficas); no obstante, el valor propuesto de 45 USD/ton no es tan elevado como se esperaría para una tecnología de este tipo, que puede llegar a ser de hasta 150 USD/ton. La deshidratación, la mineralización y el tratamiento mecánico-biológico, de acuerdo con los datos proporcionados con los proveedores de las tecnologías, son las opciones más económicas en este rubro.

Por los criterios ambientales, de acuerdo con la información proporcionada por las empresas, los consumos de energía y agua no son un punto de consideración, al igual que las emisiones al aire, agua y suelo; no obstante, algunas generan productos residuales, que pueden representar hasta el 20% del material ingresado, como en el caso de la deshidratación, o incluso el 50% para el TMB, cuyo producto final eventualmente tiene como destino un relleno sanitario. Otros procesos como la incineración, generan cantidades pequeñas de residuos, entre escorias, cenizas volantes y de fondo, sin embargo debe considerarse que muchas veces en estas corrientes se concentran compuestos potencialmente peligrosos, y aunque el volumen sea reducido, podrían requerir un manejo especial.

Por otra parte, la mayoría de las tecnologías estudiadas involucra la generación de algún tipo de subproducto aprovechable, desde materiales combustibles o energía, hasta mejoradores de suelo o materiales de construcción. Es necesario tomar en cuenta que a la fecha ha sido complicado, al menos en el caso de la composta, encontrar un mercado que absorba la totalidad del producto obtenido. Los subproductos energéticos también podrían ser fácilmente aprovechados en un Estado donde no existe ninguna instalación que genere energía eléctrica. Los ladrillos para construcción o el material cerámico son un caso diferente, sin embargo, cada empresa manifestó que como subproductos de la planta de tratamiento que ellos operarían, dicho material sería de su propiedad, así como el derecho a comercializarlo y las utilidades obtenidas de esta actividad.

La recuperación de energía es una alternativa que se menciona en las propuestas de los tratamientos térmicos y la mineralización, aunque realmente en ningún caso aparece como un aspecto claramente definido; es decir, ninguna empresa indica la

tasa potencial de recuperación de energía por tonelada de residuo tratado; un caso similar ocurre para la recuperación de nutrientes con la composta y la deshidratación.

Finalmente, se debe hacer notar que en la actualidad las tecnologías de tratamiento por si mismas no son una solución para el manejo de los RSU, sino que se insertan en sistemas integrales que incluyen separación en la fuente, recuperación de materiales reciclables y diferentes opciones de tratamiento según las características de los residuos y del entorno donde se generan.

2.4. Sistemas de Disposición Final

La disposición es la última etapa operacional del servicio de limpieza en la cual se destinan o se disponen los residuos recolectados. La LGPGIR lo define como la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos (LGPGIR, 2003)

En algunas ocasiones la disposición se precede de un procesamiento con vistas a un resultado más favorable. Ejemplo: La trituración previa a tratando de alcanzar una rápida estabilización del residuo una vez que haya sido dispuesto.

En todo caso, la disposición final de los RSU debe ser realizada de tal forma que sus emisiones no provoquen daños al medio ambiente. Esto se alcanza realizando obras de ingeniería combinadas con medidas de tratamiento cuya finalidad es el mejoramiento de las condiciones de la disposición.

2.4.1. Descripción de Alternativas de Disposición Final

Una manera de controlar y disminuir los impactos ambientales provocados por la liberación de los residuos así como atenuar la transferencia de contaminantes a otros medios es confinarlos en rellenos sanitarios. Otra alternativa de control es utilizar métodos térmicos. No obstante, el relleno sanitario es la alternativa de disposición final más generalizada y más atractiva debido a su menor costo comparado con otras alternativas como la incineración. Sin embargo existen variantes que hacen más eficiente la disposición final.

Para tomar la decisión más acertada es necesario considerar las alternativas tecnológicas existentes. Las tecnologías de disposición final que se abordarán en este documento son:

- Relleno sanitario convencional
- Relleno seco
- Relleno acelerado

2.4.2. Relleno Sanitario Convencional

Consiste en enterrar los residuos generados por las comunidades rurales y urbanas, de tal forma que su disposición no cause perjuicio en el suelo, aire, agua, molestias o peligros a la salud y seguridad pública. Con esta tecnología se colocan los residuos en celdas o en capas compactadas, cubiertas con material (p.e.: tierra arcillosa) utilizando equipos (maquinaria o manualmente) para la distribución y compactación. Antes de llenar el sitio de esta manera, se prepara el suelo para evitar al máximo la contaminación del medio.

Para el emplazamiento de un relleno convencional se sugiere seguir la siguiente secuencia:

- Selección del sitio para Relleno Sanitario (RS)
- Diseño y características de construcción del RS
- Equipo: selección y mantenimiento
- Construcción de infraestructura de control de biogás, lixiviados y pluvial
- Operación del RS
- Programa de control de contaminantes
- Clausura y postclausura
- Control y monitoreo del RS

Lo que indica que un RS requiere de la construcción de infraestructura relativamente compleja. La descripción completa de las actividades antes mencionadas se pueden consultar en el anexo D.

4.2.1. Relleno Sanitario Mecánico

El relleno sanitario mecánico utiliza maquinaria para realizar las labores tales como preparar el terreno, acomodar los residuos, compactarlos o colocar la cubierta diaria. El uso de maquinaria dependerá de la cantidad de residuos que se manejen en el relleno y del presupuesto disponible por los municipios. El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, tanto para las poblaciones urbanas y rurales menores de 40,000 habitantes, como para las áreas marginales de algunas ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de residuos (Jaramillo, 1991). Para este tipo de RS se sugiere utilizar la secuencia presentada en el siguiente apartado.

Equipos

El tonelaje diario es una variable principal al momento de escoger la maquinaria, teniendo principal influencia en el número de máquinas necesarias, por ejemplo en un relleno donde se manejen 180 toneladas/diarias, el operador debe considerar un tractor de cadenas de peso y potencia medianos.

Los equipos mecánicos pueden ser adaptados (trascabo, buldózer, etc.), diseñados expresamente para la operación de los rellenos (compactadores de basura) y de apoyo (retroexcavadora, traíla, motoconformadora, compactador cilíndrico, etc.). Es importante resaltar la necesidad de otro tipo de equipos de apoyo para las funciones diarias de un relleno sanitario, como son los vehículos cisterna, camiones volteo y camionetas.

Una descripción más completa de los equipos se puede consultar en el anexo C

Ventajas

- Es un método definitivo para la disposición RS.
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
- La inversión inicial es baja comparada con los demás métodos: composta o incineración (Telf, 2004).
- Genera empleo para mano de obra no calificada.
- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos en parque o campos de juegos.
- Se puede recuperar gas metano, sobre todo en rellenos sanitarios que reciben más de 200 ton/día, lo que constituye una fuente alternativa de energía.

Desventajas

- Posible dificultad de conseguir el terreno adecuado.

- Necesita permanente supervisión.
- Administración compleja y precisa
- La adquisición del terreno es el primer obstáculo para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición del público debida a factores tales como: falta de conocimiento sobre la técnica y asociación del término relleno sanitario al de tiradero a cielo abierto; desconfianza en la administración de los rellenos.
- El costo elevado de los terrenos disponibles, debido a la urbanización acelerada que encarece el terreno, debiéndose ubicarlos en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte.
- Existe riesgo de transformar un relleno sanitario en un tiradero a cielo abierto cuando no se realiza la inversión para su correcta operación y mantenimiento.
- La estabilización de los residuos puede ocurrir hasta en 100 años o más.
- Puede generar el efecto NIMBY (Oposición de la comunidad por la instalación de un relleno sanitario, no en mi patio trasero)

Costos

Se distinguen dos costos; inversión y operación. Los costos de inversión dependen de dos factores, el sitio elegido y la capacidad diaria del sitio; tales como obras de infraestructura, accesos necesarios, entre otros. Mientras que dentro de la operación se tienen los sueldos del personal, materiales y todos los recursos que sean necesarios para la operación del sitio. En la tabla 14. se muestran los costos de disposición de un relleno sanitario convencional.

Tabla 14. Costos de Disposición

Método	Costo de inversión US\$ por tonelada instalada	Costo operación US\$ por tonelada (con amortización)
Relleno sanitario, EUA	S/D	\$30 (variable de 15 a 60)
Relleno sanitario, ALC(*)	5,000 – 15,000	\$6 (variable de 3 a 10)

(*) Las especificaciones técnicas de rellenos sanitarios en EUA son más estrictas que en América Latina y el Caribe (ALC), lo cual influye en los costos.

Fuente: Elaborado por IDS S.A. de C.V. con datos de BID-OPS, 1998

4.2.2. Relleno Sanitario Manual

Cuando la generación de residuos no es lo suficientemente alta como para justificar el uso de maquinaria en un relleno sanitario, se puede optar por el uso del “relleno manual” debido a que no requiere grandes recursos técnicos ni financieros para su funcionamiento.

Para este tipo de rellenos se debe seguir con la misma metodología presentada en el apartado 3.4.2.1, sin embargo, ya que no utiliza maquinaria existen diferencias importantes en la operación. A continuación se explican brevemente aspectos relacionados con la operación.

Método de operación

Los métodos que se pueden utilizar son los mismos que para un RS mecánico: método de trinchera, método de área y el método combinado. Para el de trinchera es necesario utilizar el apoyo de una retroexcavadora o tractor de orugas para la construcción de la zanja. Dependiendo de su eficiencia el personal este puede llegar a manejar de 2 - 2.5 ton/hombre-día.

Para todos los métodos los residuos deben descargarse en el frente de trabajo, los trabajadores los esparcen sobre el talud de las celdas ya terminadas en capas sucesivas de 0.20 a 0.30 m, empleando para ello rastrillos (ocho o diez dientes); se nivela la superficie superior y se compacta con el rodillo, a diferencia de las superficies laterales que son compactadas por medio de los pisones de mano hasta darles una relativa uniformidad.

Trinchera. Se excava una zanja, se depositan los residuos sólidos sobre el talud inclinado (generalmente de 3:1) donde posteriormente son esparcidos y compactados en capas con el equipo necesario, hasta formar una celda que posteriormente será cubierta con material de cobertura. Cuando se trabaja con el método de trinchera, el material de cobertura está prácticamente asegurado; se recomienda acumularlo a un lado de la zanja en elaboración o sobre una ya terminada.

Área. Una de las únicas diferencias que presenta este método en comparación con el anterior, es que los residuos sólidos se compactan en capas inclinadas de 60 cm y no se realiza excavación para formar una trinchera. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo. Este método es usado en todo tipo de terreno, canteras abandonadas, terrenos planos, depresiones, ciénagas (zonas fangosas) contaminadas y en terrenos donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos, los cuales pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros

Si se excava en el propio sitio, los costos de acarreo de la tierra de cobertura son mínimos. Se recomienda extraerla de los taludes del terreno, conformando terrazas, para evitar la erosión. En los períodos secos, se recomienda extraer y acumular la tierra para cobertura utilizándose un tractor o retroexcavadora; de esta forma, se obtienen mejores rendimientos. La tierra puede ser acumulada en otra celda terminada y de allí descender a la celda en conclusión.

Combinado. Utiliza las características de los métodos de zona y de zanja. Los residuos se descargan, esparcen y compactan en pendientes existentes y se cubren con el material excavado directamente delante del frente de trabajo.

Infraestructura del RS

La adecuación del terreno es importante para mejorar sus condiciones y facilitar las operaciones de ingreso de los desechos sólidos, así como para la construcción de las celdas y las operaciones del relleno sanitario en general. Por lo tanto, se deben realizar los siguientes trabajos.

- Limpieza y desmonte
- Tratamiento del suelo de soporte
- Cortes
- Drenaje de agua de lluvia
- Manejo de gases

- Accesos y drenaje pluvial internos
- Construcciones auxiliares

En un relleno sanitario manual es muy importante:

- Supervisión constante, mientras se vacía, recubre la basura y compacta la celda, para conservar el relleno en óptimas condiciones.
- La altura de la celda para el relleno sanitario manual se recomienda una altura entre 1.0 m a 1.5 m para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- La cubierta diaria con una capa de 0.10 a 0.20m de tierra o material similar.
- La compactación de los desechos sólidos es preferible en capas de 0.20 a 0.30 m y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda.
- Alcanzar una mayor densidad, resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.
- Desviar aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.
- Control y drenaje de lixiviados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.

Ventajas

- Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio, la construcción de vías internas, excavación de zanjas o material de cobertura.
- Se puede utilizar en lugares con generaciones desde una hasta 20 toneladas al día.
- Se puede implementar en localidades con poco presupuesto
- Genera empleo para mano de obra no calificada
- Si el terreno es propiedad del municipio los gastos de inversión son menores
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento comparado con el relleno mecánico.

Desventajas

- Debido a que no se utiliza maquinaria para la compactación de los residuos las densidades que se alcanzan son muy bajas (400-500 kg/m³)
- En sitios con el nivel freático alto requiere de obras complementarias lo que eleva el costo.
- La generación de biogás es baja y no se puede aprovechar para la generación de energía.
- Aunque por lo regular no se impermeabiliza el fondo, en lugares con el nivel freático elevado es necesario realizar la impermeabilización.
- Para la buena operación es necesario contar con un residente para evitar que el relleno se convierta en un tiradero.
- En lugares en donde el material de cobertura es escaso es necesario transportarlo de otros lugares.
- La estabilización de los residuos puede ocurrir hasta en 100 años a más.
- Puede generar el efecto NIMBY (Oposición de la comunidad por la instalación de un relleno sanitario, no en mi patio trasero)

2.4.2. Relleno seco

La compactación, también conocida como densificación es una operación básica que incrementa la densidad. Para los RSU el propósito de esta operación es minimizar la exposición con el medio ambiente y reducir el volumen.

La técnica de alta compactación es conocida también como la tecnología del “Relleno Seco”. Su principal objetivo es facilitar el control de los rellenos sanitarios a través de la reducción del volumen de los residuos por su alta compactación con una prensa de embalado. Con este procedimiento se aumenta la cantidad de los residuos depositados en el relleno sanitario.

Las pacas así envueltas quedan protegidas del agua de lluvia y subterráneas o de algún otro líquido, aunque debe decirse que el uso de la película plástica no es obligatorio.

El tratamiento puede contener varios procesos adicionales como la selección manual, la separación automatizada hasta el empaquetamiento de las pacas con plástico.

De la documentación consultada se encontró que los procesos biológicos internos que se presentan dentro de la paca no se encuentran lo suficientemente estudiados, sin embargo después de que el residuo se empaca y envuelve teóricamente ocurre en su interior una degradación aerobia por un periodo muy corto debido al oxígeno que fue atrapado. Después de esto se esperaría que comenzara la degradación anaerobia, de la bibliografía revisada se observó que se generan muy bajas cantidades de metano. Se cree que la baja actividad anaerobia se pudiera atribuir a:

- El ambiente al interior de las pacas podría ser demasiado ácido como para permitir la actividad microbiológica y con ello la generación de metano;
- El contenido de agua en el residuo empacado puede ser demasiado bajo como para soportar vida microbiológica del ciclo de metanogénesis.

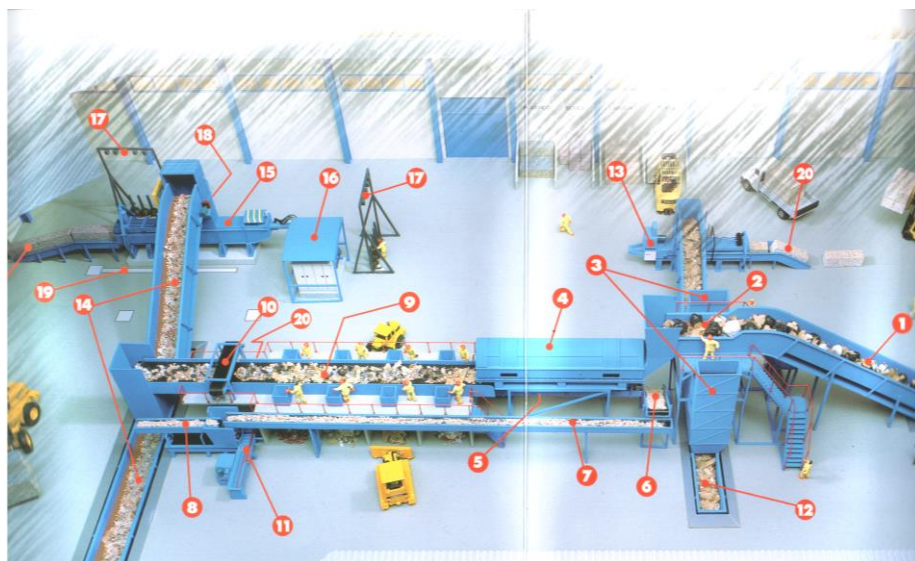
La técnica es relativamente nueva y se está aplicando principalmente en España. Se utilizan dos tipos de pacas: rectangulares con elevada compactación y cilíndricas de menor grado de compactación. De ambos métodos se esperaría alcanzar relaciones de compactación mayores a las alcanzadas en un relleno convencional, sin embargo en la práctica los pesos volumétricos, en uno y otro son cercanos a los $1,000 \text{ kg/m}^3$. La principal ventaja que puede representar el empacado en cuanto a costo es que se puede transportar mayor cantidad de residuos en un viaje, claro está que este beneficio no es apreciable si la compactadora se coloca en el sitio de disposición final.

En el relleno sanitario las pacas se colocan muy juntas y con ello se minimiza la circulación de aire y agua entre las pacas. El uso de pacas en los rellenos sanitarios permite la operación más limpia, admite el movimiento de lotes completos y reduce la necesidad de suelo adicional para la cubierta diaria. Sin embargo a largo plazo los efectos de la estabilidad mecánica y los efectos ambientales de un relleno sanitario con pacas aún no se han investigado a detalle.

En la figura 13 se muestra un sistema de compactación de los RSM que comprende varios procesos de separación, trituración, tamizado y empacado de materiales reciclables como papel, cartón, vidrio, residuos metálicos, así como tratamiento biológico de la fracción remanente. Esta alternativa requiere de mayor número de prensas empacadoras, cintas de transportación del material, y cintas de selección para recuperación de los metales u otros materiales.

El sistema permite la compactación de los RSM sin selección y separación de las fracciones reutilizables. Este procedimiento es denominado “todo en uno” y requiere sólo el equipo marcado como equipo indispensable. Contempla; banda de alimentación primaria (1), plataforma de selección manual (2), tolvas de caída de material (3), criba giratoria y rompebolsas (4), banda para la extracción de la fracción fina bajo la criba (5), banda de selección de fracción fina (6), rodillo magnético sobre la banda de fracción fina (7), banda de fracción fina a prensa RSU o composteo (8), plataforma de separación terciaria (9), imán electromagnético de banda (10), prensa empacadora de chapajo (11), banda de alimentación de la prensa (12), prensa empacadora de reciclables (13), banda de alimentación a prensa de residuos* (14), prensa empacadora de RSU* (15), central hidráulica* (16), guiado de alambre* (17), guiado de alambre* (17), charola para líquidos* (18) y salida de pacas* (19). Donde el equipo marcado con un asterisco (*) indica que es un componente indispensable.

Figura 13. Sistema de compactación de RSU



Fuente: IMABE IBERICA, S.A. 2005

La figura 14 muestra el equipo con el cual se realiza el manejo de las pacas en el relleno sanitario, con las pacas se evita el uso de compactadores de ruedas, Las características del relleno seco se mencionan a continuación.

- Los RSU a granel, una vez que ha pasado por el proceso de segregación de los materiales recuperables, se sujetan a una compactación (1,000 a 1,200 kg/m³), a través de la cual se extraen las bolsas de aire y los líquidos.
- Los líquidos recuperados son sometidos a un proceso de decantación, seguido por otro de evaporación.
- Como producto de esta tecnología, se obtienen pacas de residuos con una alta densidad y con un contenido de humedad de 10 a 15% (teóricamente), las cuales son confinadas en las celdas respectivas.

- Al ser la fermentación anaeróbica muy lenta en las pacas de RSU, la producción de biogás es mínima, lo cual ahorra en gastos de inversión y operación para el manejo de éste.
- Los líquidos son extraídos a través de la prensa, para posteriormente ser enviados a las fosas y finalmente a un proceso de tratamiento, como por ejemplo estanques de sedimentación, tratamiento físico-químico.
- Su ubicación puede estar en el límite de zonas destinadas para áreas agrícolas

Figura 14. Manejo de pacas para el relleno seco



Ventajas

Los cambios en las características de la construcción del relleno simplifican su operación y abarata su costo, tales como las siguientes ventajas:

- Se reduce el material de cubierta. La colocación de 5 pacas de RSU por una capa de 20 cm de cobertura implica una menor cantidad de material de cubierta (altura máxima en relleno convencional de 3 metros, mientras que en el relleno seco es de 5.5 metros), además de que frecuentemente solo se requiere cubrir la parte superior de la pila de pacas, dejando el frente descubierto.
- Se requiere menos maquinaria pesada. Elimina por completo la necesidad de maquinaria de compactación rodante en el relleno, permitiendo el manejo más flexible de las pacas; siguiendo la configuración del relleno las pacas se pueden apilar, alcanzando hasta 5.5 m de altura por capa. La compactación se realiza antes en una planta específica.
- Presenta una apariencia limpia, ordenada y estética. El frente de trabajo expuesto a la intemperie es más pequeño que en un relleno convencional, reduciéndose así los vectores de contaminación, puesto que restringe el acceso de pájaros, roedores, perros, etc. Se reduce la dispersión de residuos

ligeros (papeles, plásticos) por el viento, y la apariencia de un relleno de pacas es más aceptable en comparación con un relleno convencional.

- Facilita la recuperación del área al cierre del mismo
- No requiere tubería entre capas
- Reduce el personal en el relleno, realizando las operaciones de descarga y acomodo de las pacas con una grúa, o carretilla elevadora manejada por un operador, pero tiene un personal adicional en la estación de compactación.
- Los problemas de hundimientos en los rellenos se reducen, por la mayor densidad y consistencia de las pacas.
- La tasa de generación de gas y lixiviados es significativamente menor que en un relleno convencional, debido a la lenta descomposición bioquímica de los residuos embalados en el relleno seco.
- Reduce los costos de operación en el relleno sanitario
- La vida es mayor utilizando pacas que en un relleno convencional
- Bajan los costos de transporte si la compactación se hace en la estación de transferencia.

Desventajas

- Es probable que la elevada densidad de los residuos cause el retraso de los procesos de degradación biológica, pudiendo alcanzar la descomposición completa (final) en aproximadamente 100 años. Esto significa que el tiempo de monitoreo de biogás y de lixiviados de postclausura probablemente es mucho más largo que en un relleno sanitario convencional.
- El efecto en la estabilidad mecánica de un relleno no se ha evaluado completamente cuando se utilizan pacas.
- Al inicio se utilizan relaciones elevadas de compactación de las pacas, sin embargo, ya en los rellenos el grado de compactación ($1,000 \text{ kg/m}^3$ de residuos sólidos) después de la clausura es menor (respecto al relleno convencional), debido a la baja degradación y al menor volumen.
- Requiere cambios en la operación del relleno si es utilizado como método de disposición final.
- Aunque la cantidad es inferior en comparación con los rellenos sanitarios tradicionales, el relleno seco igual requiere las instalaciones de captación y tratamiento de lixiviados y del biogás.
- El proceso de empaclado requiere del consumo de elevadas cantidades de energía eléctrica.
- Al existir menor generación de biogás este no se puede aprovechar para la generación de electricidad.
- Se necesita de mano de obra calificada para operar la empacadora
- Para pacas plastificadas se utiliza en promedio un Kg de plástico por cada tonelada de residuo lo que significa que por cada 1,000 toneladas se estaría generando y enterrando una tonelada de película plástica.
- Puede generar el efecto NIMBY (Oposición de la comunidad por la instalación de un relleno sanitario, no en mi patio trasero)

Hogland [et al] realizó estudios en pacas cilíndricas y rectangulares de RSM, tenía como propósito investigar el comportamiento de estas en el largo plazo;

adicionalmente investigó sobre la posibilidad de que las pacas sufrieran “autoignición” debido al almacenaje prolongado. De la investigación concluyó:

- Que el riesgo de la “autoignición” debido al almacenamiento es muy bajo, aun con elevado contenido de materia orgánica y/o la temperatura ambiental relativamente alta (35 °C), lo cual no incrementa la temperatura dentro de la bala. De acuerdo a esto se estimó que la técnica puede aplicarse en países cuyos residuos tengan elevado porcentaje de materia orgánica y climas húmedos.

- Los procesos biológicos y el consumo de oxígeno dentro de las balas son muy bajos, se piensa que en parte se debe a la baja tasa de transferencia de oxígeno que se presenta al interior de la paca. Se piensa que el poco oxígeno atrapado se consume rápidamente y que los ácidos grasos generados baja el pH limitando la producción de metano.

- Al realizar la prueba con agua de lluvia sobre las pacas se observó que la contaminación del agua debido a los lixiviados no presentó elevados niveles; no obstante esto depende la calidad de los residuos en las pacas y el grado de contaminación depende del residuo en cuestión.

- El estudio concluyó que no existe riesgo de “autoignición”, no obstante, si se encienden las pacas pueden permanecer bastante tiempo encendidas. Del humo generado, se estimó que su impacto en el ambiente puede ser significativo.

De lo anterior se puede deducir que el empaquetado representa ciertas ventajas en cuanto al manejo, no obstante es necesario analizar que tan factible es aplicar la técnica en lugares en donde la cantidad de pacas diarias es mayor de elevada.

Dentro de la instalación del relleno seco, hay que tomar en cuenta que el proceso de compactación origina escurrimientos de líquido, proveniente de la fracción orgánica de los residuos. La cantidad de los escurrimientos es variable y depende de la capacidad de la planta procesadora y la fracción orgánica en los residuos.

Los escurrimientos se caracterizan por su alto grado de contaminación orgánica (DQO, ortofosfatos, nitratos), elevada concentración de sólidos, cloruros, sulfatos, calcio, y alta carga de coliformes totales y fecales. Cabe mencionar que los metales pesados que se encuentran presentes son: hierro, plomo, zinc, cobre, cobalto, arsénico, etc., aunque todos ellos regularmente se encuentran por debajo de los rangos máximos permisibles de la normatividad aplicable.

Los líquidos escurridos de las prensas se recolectan mediante la red de drenaje interior para ser evacuados a un tanque de almacenaje para su control y tratamiento posterior o directamente a la laguna de evaporación que está en el mismo sitio del relleno seco.

Si el área donde están instaladas las prensas empacadoras esta cerrada, se requiere de un sistema de ventilación y contra incendio, así como un sistema de agua para el lavado periódico de los equipos.

Costos

El relleno seco tiene un costo de inversión de 11,000 USD/Ton y de 6 a 9 USD/Ton por concepto de operación.

IMABE IBERICA proporciona un costo de 120 \$/tonelada, mientras que ECOFENIX maneja que los costos por operación para rellenos secos se encuentran del orden de 14 USD/ton (150 pesos/ton). (IMABE IBERICA, 2005 y ECOFENIX, 2005)

Los rellenos sanitarios secos se utilizan en varios países del mundo, en Canadá,

Estados Unidos, Alaska, Japón y España. Algunos tienen amplia experiencia en la aplicación de este tipo de tecnología.

Aparte de los costos del relleno sanitario es necesario considerar los costos generados por una instalación de compactación. La tabla 15 muestra los costos estimados de inversión y operación para una planta de compactación de una comunidad de 3,000 habitantes en Alaska y 20 años de uso.

Tabla 15. Costos de inversión y operación para una planta de compactación de RSM

	Comentarios	Costo (USD/ton)
Compactadora	El costo depende del uso y de la necesidad	5
Instalaciones	Instalación de 110m x 110m	17
Transporte al sitio de la planta	El transporte varía considerablemente dependiendo de la localización de la planta.	0.50
Equipos auxiliares	Bobcat, camiones (variable)	Depende del tipo de equipo
Costos de operación	Los costos incluyen sueldos, electricidad, combustibles, mantenimiento y otros	450

Fuente: Elaborado por IDS S.A de C.V. con datos de CCTHITA, 2005 y Zender Environmental, 2005

Los costos podrían ser más bajos para países latinoamericanos.

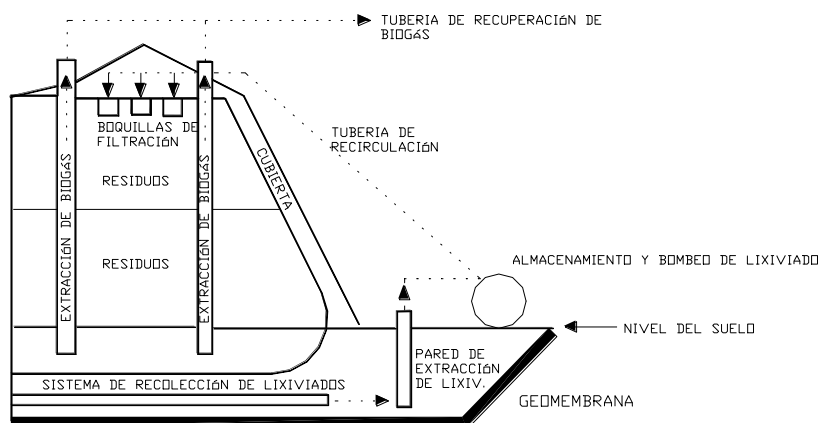
Lo que significa que la inversión de una planta compactadora es de aproximadamente 22.5 USD/ton (250 pesos/ton).

4.4. Relleno sanitario acelerado

Esta tecnología, aunque es muy semejante a la del relleno sanitario tradicional, conlleva como requerimiento obligatorio, la recirculación de lixiviados, pudiendo ser previamente inoculados con agentes enzimáticos; lo cual permite acelerar el proceso de descomposición en su etapa metanogénica y con ello aumentar el tiempo de retención celular y reducir las necesidades de estabilización de los residuos (ver figura 15).

El relleno sanitario acelerado cambia el concepto de disponer (almacenar) los residuos por el de tratamiento de residuos. Se puede decir que el bioreactor se encuentra aislado del medio y tiene una degradación por medio de microorganismos. Esta degradación se puede acelerar si se agregan determinados elementos (nutrientes, oxígeno o humedad) y controlando otros elementos como el pH o la temperatura.

Figura 15. Relleno acelerado



Fuente: Elaborado por IDS S.A de C.V. con datos de Hughes [et al], 2005.

Al inyectarlos lixiviados aumenta la humedad dentro del relleno lo que produce que la actividad biológica también aumente, claro está que si la mera recirculación del lixiviado no es suficiente para aumentar la humedad (40% en peso, mínimo) es necesario agregar agua. El control de la recirculación de los lixiviados activados biológicamente en esta tecnología, es fundamental, ya que deben de inyectarse a las celdas de residuos en la cantidad y en el tiempo que demande el proceso. Al término de la estabilización de los residuos, es posible abrir o minar las celdas para rescatar el material degradable ya estabilizado mediante un proceso de tamizado y volver a depositar residuos en las celdas minadas (ya vacías); con lo cual es posible incrementar la vida útil del relleno sanitario, hasta en 3 veces su vida útil normal. Esta tecnología, se aplica actualmente en España y en Brasil.

Sistemas anaerobios

Los bioreactores anaerobios buscan acelerar la degradación de los residuos optimizando las condiciones para las bacterias anaerobias. En los rellenos estas son responsables de convertir los residuos orgánicos en ácidos orgánicos y estos en metano y dióxido de carbono. Las condiciones anaerobias se desarrollan naturalmente en los rellenos sin intervención alguna.

Los residuos en los rellenos típicamente contienen entre 20 y 25 por ciento de agua, se sabe que para que las condiciones anaerobias sean las adecuadas es necesario que la humedad sea cercana al 35 o 45 por ciento. La humedad que se agrega en forma de lixiviado a veces es insuficiente para alcanzar las condiciones óptimas de humedad del residuo, es por ello que en ocasiones se agrega lodos u otros líquidos (no peligrosos) para aumentar la cantidad de lixiviado que se recircula.

Cuando la humedad se acerca a los niveles óptimos la tasa de degradación aumenta lo que conlleva al aumento en la tasa de generación de biogás. También se ha observado el incremento de la densidad de los residuos. Se ha observado que la cantidad de biogás generado es igual para un relleno sanitario convencional que para un bioreactor anaerobio, no obstante en este último el periodo de producción es más corto que en el primero.

Sistemas aerobios

Como su nombre lo indica, el reactor aerobio busca acelerar la degradación del residuo optimizando las condiciones aerobias. Los organismos aerobios requieren de agua suficiente para optimizar su función; estos organismos se pueden desarrollar con mayor rapidez que los anaerobios debido a que la respiración aerobia es más eficiente que la respiración anaerobia para generar energía. Una consecuencia de lo anterior es que la degradación aerobia es más rápida que la degradación anaerobia. Otra consecuencia es que la respiración aerobia puede generar calor metabólico el cual necesita una buena cantidad de agua.

La actividad en un relleno sanitario aerobio se promueve inyectando oxígeno en la masa de residuos. Esto también se logra si se aplica vacío para que el aire ambiente atraviese la capa permeable de residuos. Los líquidos se agregan mediante la recirculación de lixiviados. Este tipo de proceso no genera metano.

Sistemas aerobio-anaerobio

Un sistema aerobio-anaerobio está diseñado para acelerar la degradación de los residuos combinando los atributos de los sistemas aerobios y anaerobios. La secuencia aerobio-anaerobio fomenta la degradación de la parte biodegradable. En la fase aerobia se reduce la producción de ácidos orgánicos.

La ventaja de estos sistemas es que combina la simplicidad operacional de los sistemas anaerobios con la eficiencia de los aerobios. A esto hay que agregar que aumenta el potencial de destrucción de los componentes orgánicos volátiles presentes en los residuos.

Sistemas Facultativos

El sistema facultativo combina la degradación convencional que se tiene en un sistema anaerobio y las altas concentraciones de amoníaco que se pueden encontrar en los líquidos agregados al relleno. En este sistema los lixiviados contienen elevados niveles de amoníaco el cual es tratado utilizando un sistema biológico de nitrificación; este proceso convierte el amoníaco presente en nitratos. El así lixiviado tratado se agrega al relleno.

El proceso que se desarrolla dentro del relleno se llama “denitrificación” y es realizado por bacterias facultativas; como resultado se obtiene Nitrógeno (N_2). Como los otros reactores, el sistema facultativo requiere de niveles adecuados de humedad y se puede ajustar con biosólidos, residuos líquidos y aguas superficiales.

En estos procesos es necesario aprovechar el biogás para la generación de electricidad y con ello reducir los costos de inversión y operación del relleno.

Ventajas

Entre las principales ventajas se encuentran:

- El incremento en la velocidad de degradación de los residuos.
- Lo anterior trae como consecuencia el aumento en la generación de biogás.
- La estabilización de los residuos puede ocurrir hasta en 10 años o menos.
- Debido a la rápida degradación se tiene una reducción en los volúmenes del relleno lo que puede incrementar la vida útil.
- Del punto anterior se deriva que se suprima la necesidad de construir nuevos rellenos sanitarios en el largo plazo.
- Recircular el lixiviado reduce (parcialmente) la toxicidad del lixiviado.
- Bajan los costos por tratamiento de lixiviado.
- Al estabilizar el relleno en menor tiempo, baja el riesgo hacia la comunidad.

- Existen diferentes tipos de relleno acelerado: Anaerobio, aerobio, anaerobio-aerobio, facultativo. De estos se puede aplicar el que más responda las necesidades de la comunidad.
- Reduce los costos de mantenimiento post clausura
- Reduce las emisiones de gases efecto invernadero debido a la mejor eficiencia en la captura.
- Puede tratar residuos sólidos y líquidos
- Al final de la estabilización se puede excavar (mining) para recuperar material de cobertura

Desventajas

- No se cuenta con mucha experiencia en México en la recirculación de lixiviados.
- Eleva el costo del tratamiento debido a la infraestructura para la recirculación del lixiviado
- En este tipo de sistemas se desconoce aún cual es el comportamiento de la estabilidad del relleno con la recirculación.
- Se debe tener un control muy estricto de la humedad para lograr la mayor eficiencia del relleno lo que implica agregar la humedad adecuada en el tiempo adecuado
- Requiere de monitoreo constante de las condiciones de operación lo que eleva el costo.
- Eleva el costo de inversión.
- Puede existir el taponamiento de las líneas de colección de lixiviado
- Las emisiones fugitivas de biogás pueden ser más recurrentes.
- Incrementa los olores.
- Existe inestabilidad mecánica de las líneas de captación de biogás.
- Aumenta el riesgo de incendios.
- No existe legislación nacional en cuanto la operación de estas instalaciones
- Requiere de una operación ejemplar para evitar que se convierta en un tiradero.
- No se evitan los costos de impermeabilización y de captación de lixiviados y biogás.
- Puede generar el efecto NIMBY (Oposición de la comunidad por la instalación de un relleno sanitario, no en mi patio trasero)

Costos

Tabla 16. Comparación de los Costos de las Tecnologías Disponibles para la Disposición Final.

Tecnología considerada	Costos estimados	
	Inversión (1)	Operación (2)
Relleno Tradicional	6,000	3 - 6
Relleno Seco	11,000	6 – 9

(1) Valores en \$ USD/Ton de basura diaria recibida y

(2) Valores en \$USD/Ton de basura manejada.

Fuente: Elaborado por IDS S.A de C.V. con datos de Sánchez G. J., 2005

Las tablas 17. y 18 muestran el comparativo de los impactos ambientales y de las características de los rellenos sanitarios tradicional, seco y acelerado.

Tabla 17. Impactos ambientales de las alternativas de disposición final

Parámetros	Relleno Sanitario Convencional	Relleno Seco	Bioreactor anaerobio
Acondicionamiento de los residuos	No se requiere	Compactación en plantas apropiadas	No necesariamente
Cantidad de lixiviados	Cantidades regulares durante todo el tiempo.	Pequeñas cantidades en el pretratamiento. Cantidades considerables posterior a la clausura del relleno.	Cantidades considerables durante todo el tiempo para mantener la humedad al interior del relleno.
Calidad de lixiviados	Elevada concentración de contaminantes. Necesidad de tratamiento.	Elevada concentración de contaminantes en el pretratamiento y en la disposición final. Necesidad de tratamiento.	Permite eliminar junto con los residuos, los productos de la descomposición de éstos.
Olor y Biogás	Emisiones de olor y formación constante de biogás. Necesidad de sistema de captación y tratamiento (por ejemplo: venteo o quema).	Formación de biogás en la disposición final en menores cantidades. Necesidad de sistema para su captación y tratamiento.	Emisiones de olor en el pretratamiento y durante la operación.
Vectores, insectos, roedores, etc.	Riesgo durante la operación del relleno. Necesidad de recubrimiento diario para disminuir los efectos.	Riesgo limitado en el lugar de pretratamiento. Efectos reducidos en la disposición final.	Riesgo en el lugar de pretratamiento.
Impacto a la salud	Protección personal obligatoria de todos los trabajadores.	Protección personal obligatoria de todos los trabajadores.	Protección personal obligatoria de todos los trabajadores.
Ruido	Típico emitido por la maquinaria de operación.	Típico emitido por la maquinaria de operación.	Típico emitido por la maquinaria de operación.
Monitoreo de lixiviados y biogás	Durante la operación, clausura y post clausura del relleno, 20 a 30 años.	Durante la operación y clausura y post clausura del lugar de disposición final, 80 a 100 años.	Durante la operación y clausura y post clausura, de 5 a 10 años
Riesgo de impacto ambiental	Durante la operación, clausura y post clausura, 20 a 30 años después de ser clausurado.	Hasta 100 años después de la clausura del lugar para la disposición final.	El riesgo es menor y es adaptable a cualquier tamaño de ciudad

Fuente: Elaborado por IDS S.A de C.V. con datos de CMIA-GTZ, 2003 y Cortinas C., 2002.

Tabla 18. Comparación de características de los rellenos sanitarios

Datos generales (generación 850 ton/día)	Relleno sanitario seco	Relleno sanitario convencional	Relleno sanitario acelerado
Recuperación de materiales	Se suele requerir	No se considera usualmente	Se puede realizar mediante la excavación cuando los residuos están estabilizados
Generación de empleos para recuperación de materiales	Se considera usual	No se considera usualmente	No se considera usualmente
Asentamientos diferenciales	Inexistentes	Continuos	Muy importantes
Mantenimiento posterior al cierre	Se puede alargar hasta 100 años	20 años como mínimo	10 años mínimo, requiere principalmente durante la operación.
Cercanía de la mancha urbana	50 metros	500 metros	500 metros
Desarrollo de fauna nociva	No existe	Puede haber	No existe
Uso al término de su vida útil	Se incorpora como reserva territorial	Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por la autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos	Se puede utilizar de acuerdo al uso aprobado por la autoridad. Existe menos riesgo que en los anteriores debido a que los residuos ya se encuentran

Datos generales (generación 850 ton/día)	Relleno sanitario seco	Relleno sanitario convencional	Relleno sanitario acelerado
		diferenciales y presencia de biogás.	estabilizados.
Densidad de compactación	1,000 kg/m ³	850-1,000 kg/m ³	1,000 kg/m ³
Generación de lixiviados	Potencial reducción	Potencialmente más elevada	Potencial reducción
Planta de tratamiento de lixiviados	No se requiere	Se requiere	Dependido del preceso se puede requerir
Generación de biogás	Producción sensiblemente atenuada	Producción significativa	Alta en un periodo corto
Gasto de transporte	Reducción potencial	Convencional	Convencional

Fuente: Elaborado por IDS S.A de C.V. con datos de CMIA-GTZ, 2003 y Cortinas C., 2002.

El relleno seco necesita tecnología especializada y está sometido a mayor vulnerabilidad por fallos de los equipos mecánicos; en caso de avería en algún punto de la línea de operación, se tiene que parar todo el proceso, afectando las subsecuentes operaciones, sin flexibilidad funcional a las incidencias en la entrada de los residuos en la planta de compactación. Además, la alta densidad de los residuos retrasa los procesos de degradación biológica, pudiendo alcanzar la descomposición completa (final) en hasta 100 años, lo que implica que las emisiones al aire y los contaminantes de los lixiviados en los rellenos sanitarios, deben ser controlados a largo plazo.

Por su parte, un relleno sanitario convencional puede definirse como una tecnología tradicional, que necesita equipos pesados y una obra de ingeniería elaborada con sistemas de control de emisiones de gas y lixiviados para garantizar su compatibilidad con el ambiente. La operación de esta tecnología es regular y por lo tanto el mantenimiento no requiere de personal de alta calificación. Por la experiencia que se tiene a largo plazo tanto al nivel nacional como al nivel internacional, esta tecnología es factible de aplicarse en países como el nuestro.

El relleno sanitario acelerado representa ventajas en cuanto al manejo de los lixiviados y la estabilización de los residuos sólidos en el corto plazo. No obstante, requiere de la vigilancia constante de los parámetros (humedad, temperatura) para que el proceso sea eficiente. En otro orden de ideas, los costos de inversión son muy similares con respecto al relleno tradicional a excepción de los sistemas de recirculación y de generación de energía eléctrica. En México no existe la suficiente experiencia en la operación de estos sistemas y ello representa una desventaja importante.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO ANEXO I

Para realizar las acciones previstas por el Programa Estatal, a continuación se presentan las fuentes de financiamiento disponibles en México. A continuación se presentan algunas ideas sobre el tema. (cuadro tomado del Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos de la SEMARNAT.)

Instrumento	Operador	Áreas de interés	Observaciones
Programa Nacional de Infraestructura – Fondo Nacional de Infraestructura FONADIN	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)	<ul style="list-style-type: none"> Protección ambiental y conservación de la biodiversidad: La gestión integral de residuos (todas las líneas de generación) 	De reciente creación, falta identificar prioridades, proyectos e identificar alternativas para situaciones de exclusión
Programa de residuos sólidos (PRORESOL)	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas integrales de manejo y disposición de residuos sólidos municipales en las etapas de barrido, recolección, transporte, estación(es) de transferencia, disposición final y cierre de tiradero <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Construcción y operación de rellenos sanitarios, así como el cierre del tiradero 	<p>Para obtener el apoyo del programa, las autoridades deberán avanzar, al menos, en acciones de cambio estructural como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Adecuación de los reglamentos referentes al servicio de limpia pública <input type="checkbox"/> Seguridad jurídica para la participación privada en los proyectos <input type="checkbox"/> Licitaciones transparentes <p>Apoyos a ciudades mayores a 100,000 habitantes</p> <p>Los proyectos pueden ser municipales o intermunicipales (metropolitanos o regionales)</p> <p>Alienta inversión privada e impulsa la participación privada directa en el manejo del sistema o sus partes</p>
Programa Hábitat – Subprograma de mejoramiento del entorno urbano	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Recolección y disposición de basura <input type="checkbox"/> Estaciones de transferencia <input type="checkbox"/> Tiraderos de basura <input type="checkbox"/> Rellenos sanitarios <input type="checkbox"/> Estudios y proyectos para sistemas de manejo integral de RSU 	<p>Población superior a los 15,000 habitantes en cabecera municipal</p> <p>Proyectos intermunicipales (con al menos un municipio con la característica anterior)</p>
Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 2008 – 2012 (PNPGIR)	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Estudios y proyectos de prevención de la generación de residuos <input type="checkbox"/> Estudios y proyectos de inversión (infraestructura y equipo) para gestión integrada de residuos <input type="checkbox"/> Adquisición de equipo para operación de micro-rellenos y gestión integrada en localidades indígenas y campesinas marginadas 	<p>Localidades / municipios con pocas posibilidades de acceso a PRORESOL, COCEF y Hábitat</p> <p>Municipios Turísticos de la Agenda 21 (SECTUR)</p> <p>Localidades pequeñas y marginadas en ANP's y ZPC's</p> <p>Impulso a proyectos de prevención de generación de residuos y modelos de 3Rs</p>
Recursos fiscales de la Administración Pública	Gobiernos Estatales y Municipales	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Rellenos controlados <input type="checkbox"/> Rellenos sanitarios <input type="checkbox"/> Maquinaria y equipo de operación del RS <input type="checkbox"/> Equipo de limpia y recolección de basura 	Enfoques tradicionales de atención al problema de residuos sólidos urbanos (servicios urbanos vs. asunto ambiental)
Recursos privados (co-administración o concesión)	Empresas privadas	<p>Manejo integral de residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Limpieza y recolección <input type="checkbox"/> Plantas de separación de residuos <input type="checkbox"/> Plantas de reciclaje de residuos <input type="checkbox"/> Plantas de tratamiento de residuos <input type="checkbox"/> Plantas de incineración de residuos <input type="checkbox"/> Rellenos sanitarios <input type="checkbox"/> Captación de metano – biogás <input type="checkbox"/> Plantas de transformación de energía 	<p>Bajo esquemas de concesión de una, varias o todas las cadenas del proceso de manejo integrado de residuos.</p> <p>Posibilidades de co-administración</p> <p>Posibilidades de conformación de una empresa con participación pública y privada</p>
Proyectos del mecanismo de desarrollo limpio (MDL o CDM, por sus siglas en inglés)	Internacional, operado por Banco Mundial, derivado del Protocolo de Kyoto	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Captación de metano – biogás <input type="checkbox"/> Plantas de transformación de energía 	Desarrollo de un proyecto que implique la reducción de emisiones de GEI, a partir de una línea base que permita conocer la adicionalidad del proyecto y a partir de la

			identificación del volumen de reducción de GEI, colocar los bonos en el mercado internacional
Proyectos de mercado de metano (M2M o metano a mercados)	Internacional, impulsado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), de USA, adicional al Protocolo de Kyoto	<input type="checkbox"/> Captación de metano – biogás (reducción de emisiones de GEI) <input type="checkbox"/> Plantas de transformación de energía	A partir de la identificación del volumen de reducción de GEI, colocar los bonos de carbono en el mercado internacional
Proyectos aislados de venta de Bonos de Carbono	Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR)	<input type="checkbox"/> Captación de metano – biogás (reducción de emisiones de GEI)	A partir de la identificación del volumen de reducción de GEI, colocar los bonos de carbono en el mercado internacional
Organismos No Gubernamentales (ONG's) e Instituciones Microfinancieras	Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES) y el Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (PRONAFIM), Fundación Integral Comunitaria, A. C. (FINCA), SANTA FE DE CUERNAVACA, A.C., FUNDACIÓN REALIDAD, A.C.	PRONAFIM.- Apoyo financiero a la operación de pequeños proyectos productivos y de negocios, creando oportunidades de empleo y generación de ingresos. Está conformado por dos Fideicomisos: FINAFIM y FOMMUR. FINCA México.- es una entidad de microfinanciamiento enfocada en el otorgamiento de créditos a familias de bajos ingresos en zonas urbanas y rurales. Aproximadamente 95% de su cartera de crédito está orientada a préstamos grupales. FUNDACIÓN REALIDAD, A.C. Es una institución asociada que promueve la sostenibilidad de las micro regiones donde se han establecido proyectos comunitarios.	Sólo se especifican pequeños proyectos productivos y de negocios a familias y grupos de personas, así como proyectos comunitarios donde se promueve la sostenibilidad de las micro regiones.

ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS REGIONALES

ANEXO J1

Dadas las características del Estado, la ubicación e importancia de los municipios, el número de localidades así como la cantidad y características de los residuos generados, es importante buscar alternativas para realizar el manejo adecuado de los residuos. No obstante, para incluir a la mayor cantidad de localidades es necesario realizar un agrupamiento de éstas para analizar la alternativa de manejar los residuos de manera “modular” o por región.

En este capítulo se realiza el análisis para llevar a cabo dichas regionalizaciones en los sistemas de transporte, tratamiento y disposición final. La idea de realizar la regionalización se fundamenta en el hecho de que los sitios de disposición final se encuentran cada vez más alejados de las zonas de generación (RSU, RME y RP) y para facilitar la gestión sustentable de los residuos por varios municipios cercanos que compartan la misma problemática.

1. Regionalización

La regionalización del Estado para facilitar la aplicación de las estrategias en el manejo integral sustentable de los residuos fue propuesta por la CEAMA considerando criterios tales como generación de residuos sólidos, población y ubicación geográfica. También se consideraron la distancia entre localidades, vías de comunicación, clima, flora y fauna.

La regionalización dio como resultado la agrupación en ocho regiones que abarcan uno o más municipios.

2. Las Ocho Regiones

La tabla 1 muestra las regiones propuestas para desarrollar el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en ella se puede observar que la zona conurbada de Cuernavaca genera alrededor de 1,086.3 ton/día.

Tabla 1. Regionalización del Estado.

Zona o Región	Municipio	Habitantes (2009)	Generación (ton/día)
Zona Conurbada de Cuernavaca	Cuernavaca	362,300	553.03
	Emiliano Zapata	78,704	79.92
	Jiutepec	190,270	279.26
	Temixco	104,120	114.07
	Xochitepec	60,359	59.96
	Total regional	795,753	1,086.26
Región Nor Oriente	Atlatlahucan	14,177	8.974
	Ocuituco	15,632	7.876
	Tetela del Volcán	18,179	9.159
	Yecapixtla	42,353	26.797
	Total regional	90,341	52.80
Región Poniente	Coatlán del Río	7,629	5.67
	Mazatepec	8,583	7.27
	Miacatlán	22,276	14.79
	Tetecala	6,232	4.76
	Total regional	44,720	32.50
Región Centro Sur	Amacuzac	14,555	9.43
	Jojutla	50,196	36.91
	Puente de Ixtla	59,091	44.73
	Tlaltizapán	44,870	15.51
	Tlaquiltenco	29,201	22.85
	Zacatepec de Hidalgo	33,906	25.33
	Total regional	231,819	154.75
Región Sur Oriente	Axochiapan	30,454	21.95
	Jantetelco	13,911	8.75
	Jonacatepec	13,696	7.23
	Temoac	12,828	6.57
	Tepalcingo	22,453	17.47
	Zacualpan de Amilpas	7,842	4.00
	Total regional	101,184	65.98
Región de los Altos de Morelos	Tlalnepantla	5,919	3.56
	Tlayacapan	15,373	12.41
	Totolapan	11,168	8.20
	Total regional	32,460	24.17
Región Centro	Ayala	70,179	64.90
	Tepoztlán	39,361	47.00
	Yautepec	86,581	121.21
	Total regional	196,121	233.11
Otros municipios	Cuautla	167,919	179.67
	Huitzilac	15,291	12.26
	Total regional	183,210	191.93
Total Estatal		1,675,608	1,841.50

Una vez efectuada la regionalización, se procedió a realizar el análisis para el emplazamiento de estaciones de transferencia y sitios regionales de tratamiento o disposición final.

3. Infraestructura de Transferencia y Disposición final para seis Regiones

En este inciso es necesario aclarar que de las ocho regiones propuesta por la CEAMA, solo en seis se contaba con estudios anteriores (realizados por empresas consultoras) para la colocación de infraestructura de transferencia y disposición final, las propuestas son las que a continuación se describen:

Zona Conurbada de Cuernavaca; proyecto realizado por la empresa Thesis propone la colocación de un relleno sanitario regional en el municipio de Xochitepec, este atendería a los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec. Ya existen dos estaciones de transferencia una en Cuernavaca y otra en Jiutepec.

Región Nor-Oriente; proyecto realizado por la empresa Incremi, en él se propone la construcción de un relleno sanitario en el municipio de Yecapixtla para atender a los municipios de Atlatlahuacan, Ocuituco, Tetela del Volcán y Yecapixtla.

Región Poniente; proyecto realizado por la empresa ETEISA, en él se propone la implementación de un relleno sanitario en Mazatepec para atender al propio municipio y a los municipios de Tetecala, Coatlán del Río y Miacatlán.

Además se propone la construcción de dos estaciones de transferencia, una ubicada en Miacatlán y la otra en Coatlán del Río.

Región Centro Sur; proyecto realizado por la empresa ETEISA, en él propone la colocación de dos rellenos sanitarios y cuatro estaciones de transferencia. Un relleno sanitario estaría en Puente de Ixtla para atender a los municipios de Amacuzac y Puente de Ixtla. El otro relleno sanitario estaría ubicado en Zacatepec para proporcionar servicio al propio municipio y a Jojutla, Tlaltizapán y Tlaquiltenango.

Una estación de transferencia se propone colocarla a las afueras de Puente de Ixtla para dar servicio a esta población y Amacuzac. La segunda estación se propuso en las afueras de Jojutla (para dar servicio a este municipio), la tercera a las afueras de Tlaquiltenango y la cuarta entre las localidades de Tlaltizapán y Zacatepec.

Región Sur Oriente; proyecto realizado por la empresa ETEISA, en él se propone la construcción de un relleno sanitario y dos estaciones de transferencia. El relleno sanitario estaría ubicado en el municipio de Jonacatepec y atendería a este mismo y a los municipios de Axochiapan, Jantetelco, Temoac, Tepalcingo y Zacualpan de Amilpas.

Se coloca una estación de transferencia entre Jantetelco y Temoac, otra estación fue propuesta a las afueras de Tepalcingo.

Cuautla; el proyecto propone la instalación de un relleno sanitario en este municipio para atender sus necesidades.

Huitzilac; el proyecto fue realizado por la empresa Hidro industrial, en él se propone la construcción de un relleno sanitario en este municipio para atender sus propias necesidades.

La tabla siguiente muestra la infraestructura propuesta de estaciones de transferencia y sitios de disposición final en las seis regiones anteriores.

Tabla 2. Infraestructura de Disposición y Transferencia propuesta en estudios previos (sólo seis regiones).

Zona /Región	Sitio de Disposición	Estación de Transferencia
Zona Conurbada de Cuernavaca	1 Xochitepec	No hay propuesta
Región Nor oriente	1 Yecapixtla	No hay propuesta
Región Poniente	1 Mazatepec	1 Miacatlán 1 Coatlán del Río
Región Centro Sur	1 Puente de Ixtla 1 Zacatepec	1 Puente de Ixtla 1 Jojutla 1 Tlaquitenango 1 Tlaltizapan-Zacatepec
Región Sur Oriente	1 Jonacatepec	1 Tepalcingo 1 Jantetelco-Temoac
Otros Municipios	1 Cuautla 1 Huitzilac	No hay propuesta
TOTAL	8	8

4. Infraestructura de Transferencia y Disposición Final de las regiones Altos de Morelos y Centro

Para el caso de las regiones Altos de Morelos y Centro se realizó el análisis para el emplazamiento de infraestructura de transferencia y disposición final. Con la información de los diagnósticos y con el apoyo de un programa de diseño gráfico en PC se procedió a graficar en planos y cartografía la ubicación de las localidades en estudio. Con esta información se procedió a determinar las coordenadas del centro de gravedad geográfico de cada una de las zonas o sectores de recolección de las localidades en estudio.

Por otra parte, para cada localidad se establecieron otras variables urbanas tales como: la cantidad de residuos dispuestos, población y superficie de la traza urbana (ver tabla V.3). Con los valores de población, disposición y superficie se determinaron tres puntos, los cuales representan los centros de gravedad (Gp, Gd, Gs) con coordenadas "x" e "y" cada uno. Con los tres pares de coordenadas se estableció la región factible para el emplazamiento de un sitio regional de disposición final.

Para determinar las necesidades de infraestructura de transferencia se consideraron las distancias de recorrido y los costos de transporte entre las localidades (puntos de generación) y la región factible (sitio regional de disposición final).

Tabla 3. Determinación del Centro de Gravedad Mediante Distintas Variables Urbanas.

5. Consideraciones para Definir los Requerimientos de Infraestructura para Transferencia

Las consideraciones para definir si es necesaria infraestructura para transferencia son las siguientes:

REGIÓN	MUNICIPIO	DISPOSICIÓN	POBLACIÓN	SUPERFICIE	COORDENADAS		CENTROIDE POR DISPOSICIÓN (CD)		CENTROIDE POR POBLACIÓN (CP)		CENTROIDE POR SUPERFICIE (CA)	
		(D)	(P)	(A)			PRODUCTOS		PRODUCTOS		PRODUCTOS	
		(TON/DÍA)	(HABITANTES)	(HECTÁREAS)			D"x	D"y	P"x	P"y	A"x	A"y
Altos de Morelos	Tlalneguapilla	3.56	5,919	43.28	500,000	2,100,827	1,781,323.05	7,484,504.69	2,959,500,000.00	12,434,797,632.17	21,640,249.13	90,924,869.47
	Tlayacapan	12.41	15,373	112.41	501,755	2,095,295	6,224,774.18	25,994,254.69	7,713,474,821.12	32,210,972,350.89	56,401,931.67	235,530,821.55
	Totolapan	8.20	11,188	81.66	508,772	2,098,985	4,173,401.34	17,217,758.85	5,681,962,341.82	23,441,468,827.79	41,547,248.06	171,407,070.58
	Total regional	24.17	32,460	237.35			12,179,498.57	50,696,518.24	16,354,937,162.93	68,087,238,810.85	119,589,428.86	497,862,750.59
							503,877.37	2,097,362.88	503,848.96	2,097,573.59	503,848.96	2,097,573.59
Centro	Ayala											
	Tepoztlán	47.00	39,361	475.04	489,474	2,098,986	23,003,824.30	98,646,130.62	19,266,184,504.54	82,618,199,845.75	232,521,520.59	997,110,219.31
	Yauhtepec	124.50	86,581	749.63	492,978	2,087,920	61,377,533.30	259,953,293.88	42,682,568,362.01	180,774,196,025.54	369,551,790.80	1,565,168,883.57
	Total regional	171.50	125,942	1,224.67			84,381,357.60	358,599,424.50	61,948,752,866.56	263,392,395,871.29	602,073,311.39	2,562,279,102.88
							492,018.11	2,090,952.50	491,883.19	2,091,378.54	491,619.09	2,092,212.51

- Que la distancia de recorrido desde el punto de generación al punto propuesto para disposición final sea superior al kilometraje factible para el emplazamiento de la estación de transferencia. Este kilometraje se determina con base en un análisis de costos por transporte para determinar la distancia factible para el emplazamiento de dicha infraestructura de transferencia.
- Si para acceder al sitio de disposición final propuesto se requiere cruzar cuerpos de agua como ríos, lagos o lagunas, siempre y cuando el análisis de costos por transporte para determinar la distancia factible para su emplazamiento así lo justifique.
- Para el análisis de la región centro sólo se consideraron los municipios de Yauhtepec y Tepoztlán, el municipio de Ayala se integró al municipio de Cuautla.

A continuación se describe el análisis para la determinación del requerimiento de infraestructura de transferencia.

5.1. Análisis para la Determinación de la Distancia Factible para el Emplazamiento de una Estación de Transferencia para RSU en las regiones Altos de Morelos, Centro y zona Conurbada.

Este análisis consiste básicamente en realizar comparaciones entre dos alternativas:

- a) Sistema de transporte de residuos hacia el sitio de disposición final a través de la implementación de una estación de transferencia equipada con vehículos de transferencia y de la infraestructura (obra civil) necesaria para dicha actividad.
- b) Sistema de transporte de residuos hacia el sitio de disposición final, a través de la utilización del mismo parque vehicular comúnmente utilizado en las rutas de recolección de cada una de las localidades en estudio.

Para realizar dicha comparación se utilizará el parámetro de costos por transporte de residuos mediante:

- Un sistema formal de transferencia, y
- El transporte de los residuos al sitio propuesto utilizando los mismos vehículos recolectores de cada localidad.

Con base en la información sobre los tipos de vehículos recolectores utilizados comúnmente en cada localidad, así como de los vehículos de transferencia propuestos se determinó el costo horario. Lo anterior fue la base para estimar el costo por tonelada transportada y fue calculado para cada uno de los vehículos considerados.

Para lo anterior, se establecieron y tomaron en cuenta las consideraciones siguientes:

- Tipo de vehículos recolectores utilizados de manera predominante en las localidades en estudio:
 - 1.- Vehículo compactador de carga trasera de 20yd³ (15.3m³).
 - 2.- Vehículo compactador de carga lateral de 10 yd³ (7.65m³).
 - 3.- Camioneta estaquitas de 7.5 m³ (comúnmente conocida como de 2.5 toneladas).
 - Distancia máxima de recorrido de los camiones recolectores de 20 km al sitio de disposición final.
 - Infraestructura fundamental para transferencia que básicamente consta de una rampa de acceso a cajas de transferencia, caminos de acceso, canal para desvío de agua pluvial y señalizaciones. Ver anexo B3
 - Tipo de equipo considerado para el transporte o transferencia de residuos:
 - 1.- Vehículo de transferencia equipado con caja de 70m³ de capacidad, equipado con sistema de descarga a base de piso móvil.
 - 2.- Vehículo de transferencia equipado con caja de 40m³ de capacidad, equipado con sistema de descarga a base de piso móvil.
 - Velocidad de circulación del vehículo cargado y vacío, de 40 y 60 kilómetros por hora respectivamente, para diferentes distancias de recorrido de 5 a 100 km.
 - Tiempos activos, inactivos y en espera de acuerdo con las características de los vehículos.
 - Materiales y equipo de trabajo como: lonas para contenedor, localizador satelital, sistema de radio, servicio de comunicación y vestuario para el personal operador.
 - Factor de indirectos del 13.5%, recomendado para el cálculo del precio unitario.
- Finalmente, y con base en las consideraciones anteriores, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4 donde se puede observar el costo por tonelada transportada para cada una de las alternativas de transporte de residuos sólidos hacia los sitios regionales de disposición final propuestos.

Con base en los resultados anteriores se procedió a determinar (mediante análisis gráfico) la conveniencia de implementar una estación de transferencia equipada con tractocamiones y cajas de transferencia ó bien realizar el transporte directo con los vehículos recolectores comúnmente utilizados en cada localidad.

Del análisis realizado se pudo determinar el tipo de infraestructura de disposición y transferencia que requiere cada región propuesta, la cual se describe a continuación:

Región Altos de Morelos: Conformada por las localidades de Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan. En este caso se requiere construir un sitio de disposición final a una distancia menor de 3 km al noreste de Tlayacapan, la máxima distancia desde Tlalnepantla al sitio es de 9 km.

Región Centro: Conformada por las localidades de Ayala, Yautepec y Tepoztlán. En una primera etapa de análisis se determinó que se requería un sitio de disposición final al sureste de la localidad de Yautepec y una estación de transferencia a las afueras de Ayala. Con esta propuesta la distancia máxima de recorrido es de 27.5 km mediante vehículos de transferencia.

Tabla V.4. Costo Directo y Precio Unitario por Transporte de Residuos Sólidos a Distintas Distancia de Recorrido. (Pesos/Tonelada)

En una segunda etapa de análisis se propuso que el municipio de Ayala dispusiera sus residuos en el sitio de Cuautla, con esta alternativa se evita la construcción de la estación de transferencia ya que la distancia de recorrido desde Ayala hasta el

TRACTOCAMIÓN EQUIPADO CON CAJA DE 70 M3

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	18.48	25.43	32.38	39.32	46.27	53.22	60.17	67.12	74.07	81.02	87.96	94.91	101.86	108.81	115.76	122.71	129.66	136.60	143.55	150.50	157.45
INDIRECTOS (13.5%)	2.49	3.43	4.37	5.31	6.25	7.18	8.12	9.06	10.00	10.94	11.88	12.81	13.75	14.69	15.63	16.57	17.50	18.44	19.38	20.32	21.26
PRECIO UNITARIO	20.97	28.86	36.75	44.63	52.52	60.41	68.29	76.18	84.07	91.95	99.84	107.73	115.61	123.50	131.39	139.27	147.16	155.05	162.93	170.82	178.71

TRACTOCAMIÓN EQUIPADO CON CAJA DE 40 M3

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	32.92	45.38	57.83	70.28	82.73	95.19	107.64	120.09	132.54	145.00	157.45	169.90	182.35	194.80	207.26	219.71	232.16	244.61	257.07	269.52	281.97
INDIRECTOS (13.5%)	4.44	6.13	7.81	9.49	11.17	12.85	14.53	16.21	17.89	19.57	21.26	22.94	24.62	26.30	27.98	29.66	31.34	33.02	34.70	36.39	38.07
PRECIO UNITARIO	37.37	51.50	65.64	79.77	93.90	108.04	122.17	136.30	150.44	164.57	178.70	192.84	206.97	221.10	235.24	249.37	263.50	277.64	291.77	305.90	320.04

TRACTOCAMIÓN EQUIPADO CON CAJA CT Y CC DE 20YD3 (15,3M3)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	49.81	69.57	89.34	109.11	128.87	148.64	168.41	188.17	207.94	227.70	247.47	267.24	287.00	306.77	326.54	346.30	366.07	385.83	405.60	425.37	445.13
INDIRECTOS (13.5%)	6.72	9.39	12.06	14.73	17.40	20.07	22.73	25.40	28.07	30.74	33.41	36.08	38.75	41.41	44.08	46.75	49.42	52.09	54.76	57.42	60.09
PRECIO UNITARIO	56.53	78.97	101.40	123.84	146.27	168.71	191.14	213.58	236.01	258.44	280.88	303.31	325.75	348.18	370.62	393.05	415.49	437.92	460.36	482.79	505.23

CAMIONETA CON CAJA CL Y CC DE 10YD3 (7,65M3)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	63.01	95.57	128.13	160.69	193.24	225.80	258.36	290.92	323.47	356.03	388.59	421.15	453.71	486.26	518.82	551.38	583.94	616.49	649.05	681.61	714.17
INDIRECTOS (13.5%)	8.51	12.90	17.30	21.69	26.09	30.48	34.88	39.27	43.67	48.06	52.46	56.85	61.25	65.65	70.04	74.44	78.83	83.23	87.62	92.02	96.41
PRECIO UNITARIO	71.52	108.47	145.43	182.38	219.33	256.28	293.24	330.19	367.14	404.10	441.05	478.00	514.96	551.91	588.86	625.81	662.77	699.72	736.67	773.63	810.58

CAMIONETA ESTAQUITAS DE 7,5M3 (2,5TON)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	51.19	68.92	86.66	104.39	122.13	139.87	157.60	175.34	193.08	210.81	228.55	246.28	264.02	281.76	299.49	317.23	334.96	352.70	370.44	388.17	405.91
INDIRECTOS (13.5%)	6.91	9.30	11.70	14.09	16.49	18.88	21.28	23.67	26.07	28.46	30.85	33.25	35.64	38.04	40.43	42.83	45.22	47.61	50.01	52.40	54.80
PRECIO UNITARIO	58.10	78.23	98.36	118.49	138.62	158.75	178.88	199.01	219.14	239.27	259.40	279.53	299.66	319.79	339.92	360.05	380.18	400.31	420.44	440.57	460.70

sitio de Cuautla es de 12 km. La nueva ubicación del sitio de disposición final para Yautepec y Tepoztlán es al Norte de la localidad de Yautepec (sin considerar Ayala).

Zona Conurbada de Cuernavaca. Conformada por los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec. Se realizó el análisis ya que la empresa consultora no propuso estaciones de transferencia, de lo anterior se determinó que aparte de las estaciones existentes se requieren dos más totalizando cuatro. Las dos nuevas estaciones se ubicarían en los municipios de Emiliano Zapata y Temixco.

Finalmente en la tabla 5 se muestra el resumen de infraestructura requerida para el manejo integral sustentable de los residuos en el Estado de Morelos.

En esta tabla se debe observar, que de los ocho sitios de disposición final propuestos en estudios previos, los sitios de disposición final propuestos para los municipios de Cuautla y Huitzilac son locales.

En cuanto a las estaciones de transferencia propuestas en estudios previos, se propone analizar la conveniencia de remover la estación propuesta en Tepalcingo hacia el municipio de Axochiapan, de manera tal, que se reduzca sensiblemente la distancia de recorrido en transporte desde Axochiapan a la estación de transferencia propuesta en esa región. El municipio de Tepalcingo podría hacer transporte directo de sus residuos hacia el sitio de disposición final propuesto, dada su cercanía al mismo.

Tabla V.5. Requerimiento de Infraestructura de Transferencia y de Disposición

No. ID. REGIÓN O ZONA	REGIÓN O ZONA	No. ID.	MUNICIPIO	POBLACIÓN	CANTIDAD DE RESIDUOS A DISPONER	OBSERVACIONES	DISTANCIA AL S.D.F. PROPUESTO	ESTACIONES DE TRANSF. REQUERIDAS	OBSERVACIONES	DIST. DESDE LA LOCALIDAD A LA ET.	DIST. DESDE LA ET. AL S.D.F.
				(HABITANTES)	(TON/DÍA)		(KM)			(KM)	(KM)
1	Zona Conurbada de Cuernavaca	1	Cuernavaca	362,300	553.03	El sitio propuesto se localiza al sureste del municipio de Xochitepec	30		ET exist. en Cuernavaca	En Cuernavaca	30
			Emiliano Zapata	78,704	79.92		14.5	1	ET en Emiliano Zapata	1.7	13.2
			Jiutepec	190,270	279.26		20.2		ET exist. en Jiutepec	En Jiutepec	20.2
			Temixco	104,120	114.07		22	1	ET en Temixco	4.4	18.0
			Xochitepec	60,359	59.96		9.5		Transporte directo al SDF	-	
			Total regional	795,753	1,086.26			2			
2	Región Nor Oriente	2	Atlatlahucan	14,177	8.97	El sitio propuesto se localiza al sureste del municipio de Yecapixtla	15.5		Transporte directo al SDF	-	
			Ocuituco	15,632	7.87		8.5		Transporte directo al SDF	-	
			Tetela del Volcán	18,179	9.16		14		Transporte directo al SDF	-	
			Yecapixtla	42,353	26.80		9.3		Transporte directo al SDF	-	
			Total regional	90,341	52.80			0			
3	Región Poniente	3	Coatlán del Río	7,629	5.67	El sitio propuesto se localiza al sur del municipio de Mazatepec	16	1	ET en Coatlán del Río	1.0	15.5
			Mazatepec	8,583	7.27		10		Transporte directo al SDF		
			Miacatlán	22,276	14.79		14.5	1	ET en Miacatlán	1.0	14.0
			Tetecala	6,232	4.76		11.5		Transporte directo al SDF		
			Total regional	44,720	32.50			2			
4	Región Centro Sur	4	Amacuzac	14,555	9.43	Se proponen dos rellenos sanitarios regionales, el primero se localiza al sureste del municipio Puente de Ixtla cerca de la comunidad de "El Estudiante", y el segundo al norte del municipio de Zacatepec	12		Utilizaría la ET de P. de Ixtla	4.95	
			Puente de Ixtla	59,091	44.73		6	1	ET en Puente de Ixtla	4.52	9.1
			Total Subregión	73,646	54.16			1			
		4A	Jojutla	50,196	36.91		9.4	1	ET en Jojutla	2.35	7.45
			Tlaltizapán	44,870	15.51		12.5	1	ET en Tlaltizapán	4.24	8.66
			Tlaquiltenango	29,201	22.85		10	1	ET en Tlaquiltenango	3.58	6.82
			Zacatepec de Hidalgo	33,906	25.33		4.5		Transporte directo al SDF		
			Total Subregión	158,173	100.59			3			
			Total regional	231,819	154.75			4			
5	Región Sur Oriente	5	Axochiapan	30,454	21.95	El sitio propuesto se localiza al suroeste del municipio de Jonacatepec	23.5		Utilizaría la ET de Tepalcingo	16.3	
			Jantetelco	13,911	8.75		10.5		Utilizaría la ET de Temoac	1.9	
			Jonacatepec	13,696	7.23		3.5		Transporte directo al SDF	-	
			Temoac	12,828	6.57		14.5	1	ET en Temoac	5.9	9.1
			Tepalcingo	22,453	17.47		8.5	1	ET en Tepalcingo	1.3	7.6
			Zacualpan de Amilpas	7,842	4.00		16.5		Utilizaría la ET de Temoac	7.9	
			Total regional	101,184	65.98			2			
6	Altos de Morelos	6	Tlalnepantla	5,919	3.56	El sitio propuesto se localiza al noreste del municipio de Tlayacapan	9		Transporte directo al SDF	-	
			Tlayacapan	15,373	12.41		3		Transporte directo al SDF	-	
			Totolapan	11,168	8.20		8		Transporte directo al SDF	-	
			Total regional	32,460	24.17			0			
7	Centro	7	Ayala			Sólo para los municipios de Tepoztlán y Yautepec, el sitio propuesto se localiza al norte del municipio de Yautepec. El municipio de Ayala queda fuera de esta región y se une al municipio de Cuautla					
			Tepoztlán	39,361	47.00		12		Transporte directo al SDF	-	
			Yautepec	86,581	124.50		3		Transporte directo al SDF	-	
			Total regional	125,942	171.50			0			
8	Otros municipios	8	Cuautla	167,106	226.67	El sitio propuesto se localiza al sureste del municipio de Cuautla	5		Transporte directo al SDF	-	
			Ayala	70,179	64.90		12		Transporte directo al SDF	-	
			Total Subregión	237,285	291.57			0			
		8A	Huitzilac	15,291	12.26	El sitio propuesto se encuentra al norte del municipio de Huitzilac	7.5		Transporte directo al SDF	-	
			Total Subregión	15,291	12.26			0			
			Total regional	252,576.00	303.83			0			
			1,674,795	1,891.79							
		8	S.D.F. REGIONALES PROPUESTOS EN ESTUDIOS PREVIOS					8	ET'S PROPUESTAS EN ESTUDIOS PREVIOS		
		2	S.D.F. REGIONALES PROPUESTOS POR IDS					2	ET'S PROPUESTAS POR IDS		
		10	S.D.F. REGIONALES PROPUESTOS EN ESTUDIOS E IDS					10	ET'S PROPUESTAS EN ESTUDIOS E IDS		
								2	ET'S EXISTENTES, UNA EN CUERNAVACA Y OTRA EN JIUTEPEC		

Final por Región.

6. Conclusiones de Análisis de Tratamiento

Las tecnologías analizadas abarcan procesos muy variados, desde procesos biológicos, térmicos e incluso procesos físico-químicos innovadores; sin embargo, es necesario hacer el recuento de las tecnologías que cuentan con experiencia probada en el tratamiento de RSU. En este aspecto únicamente la composta y la

incineración son métodos ampliamente estudiados; el resto se trata de opciones que se han desarrollado para el tratamiento de otro tipo de materiales, generalmente más homogéneos, como biomasa, excretas de animales, biosólidos, etc., o bien tecnologías que son de reciente creación y corta experiencia para el manejo de RSU.

El rango de capacidades de las plantas propuestas es muy amplio, sin embargo, estos valores ofrecen un panorama sobre la escala a la que pueden operar estos equipos: la incineración es la tecnología que puede aceptar mayores volúmenes de RSU, mientras que otras tecnologías en desarrollo no pueden ofrecer tal capacidad.

Por lo que se refiere al área requerida para la instalación de las plantas, el tratamiento mecánico-biológico es el que demanda más espacio; por definición, los requerimientos del composteo son del mismo orden, sin embargo no se obtuvo información. Otros tratamientos como la pirólisis, la gasificación y la deshidratación requieren poco espacio, sin embargo se debe considerar que por el tonelaje que podrían manejar, se trata de plantas pequeñas que requieren altas inversiones.

Por lo que toca a los plazos de puesta en servicio de cada planta, éstos fluctúan entre 6 y 12 meses para todas las opciones documentadas; para la composta y el TMB se podrían esperar plazos más cortos.

Otro criterio a tomar en cuenta es el que se refiere a la disponibilidad de refacciones en México; sin embargo, con excepción de los procesos térmicos, cuya operación dependería de equipos de importación, aparentemente este no sería un problema.

En relación con la vida útil de los equipos *VANTECH PENINSULAR S.A. de C.V.*, estima que la vida útil de los equipos que ofrece es de aproximadamente 70 años, cifra que dista mucho del rango promedio de 15 a 30 años que ofrecen otros proveedores.

En cuanto a los costos de inversión resalta la incineración, que se ha caracterizado por ser uno de los métodos de tratamiento más caros debido al equipamiento que implica; sin embargo, si se compara el costo de inversión por tonelada para cada una de estas tecnologías, la más cara resulta ser la gasificación. Esta opción es 3 veces más costosa que un proyecto de incineración y 9 veces mayor que la pirólisis con datos obtenidos de la bibliografía consultada. En el otro extremo se encuentran el composteo y la mineralización, como los métodos que requieren menor inversión por tonelada de residuos tratados. Un caso similar ocurre con los costos de operación, ya que el método de tratamiento más costoso es la incineración (la pirólisis aparece como el tratamiento más caro, sin embargo los datos se tomaron de referencias bibliográficas); no obstante, el valor propuesto de 45 USD/ton no es tan elevado como se esperaría para una tecnología de este tipo, que puede llegar a ser de hasta 150 USD/ton. La deshidratación, la mineralización y el tratamiento mecánico-biológico, de acuerdo con los datos proporcionados con los proveedores de las tecnologías, son las opciones más económicas en este rubro.

Por los criterios ambientales, de acuerdo con la información proporcionada por las empresas, los consumos de energía y agua no son un punto de consideración, al igual que las emisiones al aire, agua y suelo; no obstante, algunas generan productos residuales, que pueden representar hasta el 20% del material

ingresado, como en el caso de la deshidratación, o incluso el 50% para el TMB, cuyo producto final eventualmente tiene como destino un relleno sanitario. Otros procesos como la incineración, generan cantidades pequeñas de residuos, entre escorias, cenizas volantes y de fondo, sin embargo debe considerarse que muchas veces en estas corrientes se concentran compuestos potencialmente peligrosos, y aunque el volumen sea reducido, podrían requerir un manejo especial.

Por otra parte, la mayoría de las tecnologías estudiadas involucra la generación de algún tipo de subproducto aprovechable, desde materiales combustibles o energía, hasta mejoradores de suelo o materiales de construcción. Es necesario tomar en cuenta que a la fecha ha sido complicado, al menos en el caso de la composta, encontrar un mercado que absorba la totalidad del producto obtenido. Los subproductos energéticos también podrían ser fácilmente aprovechados en un Estado donde no existe ninguna instalación que genere energía eléctrica. Los ladrillos para construcción o el material cerámico son un caso diferente, sin embargo, cada empresa manifestó que como subproductos de la planta de tratamiento que ellos operarían, dicho material sería de su propiedad, así como el derecho a comercializarlo y las utilidades obtenidas de esta actividad.

La recuperación de energía es una alternativa que se menciona en las propuestas de los tratamientos térmicos y la mineralización, aunque realmente en ningún caso aparece como un aspecto claramente definido; es decir, ninguna empresa indica la tasa potencial de recuperación de energía por tonelada de residuo tratado; un caso similar ocurre para la recuperación de nutrientes con la composta y la deshidratación.

Finalmente, se debe hacer notar que en la actualidad las tecnologías de tratamiento por sí mismas no son una solución para el manejo de los RSU, sino que se insertan en sistemas integrales que incluyen separación en la fuente, recuperación de materiales reciclables y diferentes opciones de tratamiento según las características de los residuos y del entorno donde se generan.

7. Conclusiones de Disposición Final

El relleno seco necesita tecnología especializada y está sometido a mayor vulnerabilidad por fallos de los equipos mecánicos; en caso de avería en algún punto de la línea de operación, se tiene que parar todo el proceso, afectando las subsecuentes operaciones, sin flexibilidad funcional a las incidencias en la entrada de los residuos en la planta de compactación. Además, la alta densidad de los residuos retrasa los procesos de degradación biológica, pudiendo alcanzar la descomposición completa (final) en hasta 100 años, lo que implica que las emisiones al aire y los contaminantes de los lixiviados en los rellenos sanitarios, deben ser controlados a largo plazo.

Por su parte, un relleno sanitario convencional puede definirse como una tecnología tradicional, que necesita equipos pesados y una obra de ingeniería elaborada con sistemas de control de emisiones de gas y lixiviados para garantizar su compatibilidad con el ambiente. La operación de esta tecnología es regular y por lo tanto el mantenimiento no requiere de personal de alta calificación. Por la experiencia que se tiene a largo plazo tanto al nivel nacional como al nivel internacional, esta tecnología es factible de aplicarse en países como el nuestro.

El relleno sanitario acelerado representa ventajas en cuanto al manejo de los lixiviados y la estabilización de los residuos sólidos en el corto plazo. No obstante, requiere de la vigilancia constante de los parámetros (humedad, temperatura) para que el proceso sea eficiente. En otro orden de ideas, los costos de inversión son muy similares con respecto al relleno tradicional a excepción de los sistemas de recirculación y de generación de energía eléctrica. En México no existe la suficiente experiencia en la operación de estos sistemas y ello representa una desventaja importante.

INFRAESTRUCTURA FUNDAMENTAL PARA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA ANEXO J2

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA TIPO (ECONOMICA) COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

No.	CONCEPTO	IMPORTE
CONSTRUCCIÓN		
1	CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO A ZONA DE TRANSFERENCIA	\$132,014.04
2	CONSTRUCCIÓN DE CAMINO DE ACCESO A RAMPA (L=70M)	\$10,018.51
3	CANAL PLUVIAL (L= 30M)	\$10,920.64
4	SEÑALIZACIÓN	\$2,244.24
	SUBTOTAL	\$155,197.43
	COSTO TOTAL CONSTRUCCIÓN	\$155,197.43
OPERACIÓN		
5	PERSONAL	\$34,085.70
	COSTO MENSUAL OPERACIÓN (2009)	\$34,085.70

CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO A ZONA DE TRANSFERENCIA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PREPARACIÓN, EXCAVACIÓN E IMPERMEABILIZACION				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	300.00	3.90	1,170.00
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 40 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	120.00	20.99	2,518.80
Excavación por medios mecánicos en caja en material tipo II, incluyendo corte y acamellonado del material, con acarreo libre a 20.0 m en seco, volumen medido en banco.	M ³	96.00	29.36	2,818.56
Acarreo en camión con carga mecánica del material producto de la excavación, hasta la zona de rampa para su relleno, depósito a volteo a primer kilómetro.	M ³	124.80	27.22	3,397.06
Preparación, conformación y compactación de la base de la rampa en forma mecánica al 90% proctor. Incluye incorporación de agua.	M ²	300.00	9.33	2,799.00
Muro de mampostería de piedra brasa hasta 4,00 m de altura, acabado aparente una cara, juntado con mortero cemento arena 1:5.	M ³	110.50	755.06	83,434.13
Suministro y colocación de malla de alambre 66-44, para reforzar firmes, pisos, losas a cualquier nivel	M ²	60.00	52.23	3,133.80
Concreto f'c=300kg/cm2,tma. 20mm r.n. para losas y trabes, suministrado por proveedor, apto para ser bombeado, incluye acarreo, bombeo, muestreo, colocación, vibrado, curado y equipo.	M ³	15.00	2088.51	31,327.65
Topes de concreto de sección compuesta de un cuadrado y un trapecio de 10x10cm y 10x3x5cm respectivamente.	M	12.00	117.92	1,415.04
	SUBTOTAL			132,014.04

CONSTRUCCIÓN DE CAMINO DE ACCESO A RAMPA (L=70M)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CARPETA				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	280.00	3.90	1,092.00
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 40 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	112.00	20.99	2,350.88
Acarreo en camión con carga mecánica del material producto del despalme, hasta el banco de almacenamiento, depósito a volteo a primer kilómetro.	M ³	145.60	27.22	3,963.23
Preparación, conformación y compactación de la base del camino en forma mecánica al 90% proctor. Incluye incorporación de agua.	M ²	280.00	9.33	2,612.40
	SUBTOTAL			10,018.51

CANAL PLUVIAL (L= 30M)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CONSTRUCCIÓN DE CANAL PLUVIAL				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	24.00	3.90	93.60
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 20 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	4.80	20.99	100.75
Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m en seco, medido en banco, con acarreo hasta el alcance de la maquina, en material tipo II, hasta una profundidad máxima de 2.0 m.	M ³	6.75	37.32	251.91
Afine a mano de base y taludes de la excavación, en material seco, incluye compactación de la base al 90% proctor con pisón.	M ²	51.00	9.33	475.83
Revestimiento de canal con concreto elaborado en obra f'c = 200 kg/cm2, de 10 cm de espesor con malla electrosoldada 66 - 1010	M ²	51.00	196.05	9,998.55
TOTAL				10,920.64

SEÑALIZACIÓN

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SEÑALES				
Señales Restrictivas.				
Suministro y colocación de señales restrictivas de 0.60 x 0.45 m. con lámina galvanizada No. 16, reflejante alta intensidad, fondo en vinil, poste PTR de 51 mm (2"x2") de dos metros de altura, fijado con concreto resistencia normal f'c= 150 kg/cm2.	Pza	4.00	561.06	2,244.24
SUBTOTAL				2,244.24

OPERACIÓN

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PERSONAL				
Responsable de la estación de transferencia	MES	1	19,441.80	19,441.80
Acomodador de vehículos	MES	1	7,337.70	7,337.70
Peones (limpieza y mantenimiento)	MES	1	7,306.20	7,306.20
SUBTOTAL				34,085.70

**ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA TIPO (NO ECONOMICA)
COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN**

No.	CONCEPTO	IMPORTE
CONSTRUCCIÓN		
1	CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO A ZONA DE TRANSFERENCIA	\$270,382.14
2	CONSTRUCCIÓN DE CAMINO DE ACCESO A RAMPA (L=70M)	\$90,403.88
3	CANAL PLUVIAL (L= 30M)	\$10,920.64
4	SEÑALIZACIÓN	\$2,244.24
	SUBTOTAL	\$373,950.90
	COSTO TOTAL CONSTRUCCIÓN	\$373,950.90
OPERACIÓN		
5	PERSONAL	\$41,391.90
	COSTO MENSUAL OPERACIÓN (2009)	\$41,391.90

CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO A ZONA DE TRANSFERENCIA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PREPARACIÓN, EXCAVACIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	300.00	3.90	1,170.00
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 40 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	120.00	20.99	2,518.80
Excavación por medios mecánicos en caja en material tipo II, incluyendo corte y acamellonado del material, con acarreo libre a 20.0 m en seco, volumen medido en banco.	M ³	96.00	29.36	2,818.56
Acarreo en camión con carga mecánica del material producto de la excavación, hasta la zona de rampa para su relleno, depósito a volteo a primer kilómetro.	M ³	124.80	27.22	3,397.06
Preparación, conformación y compactación de la base de la rampa en forma mecánica al 90% proctor. Incluye incorporación de agua.	M ²	300.00	9.33	2,799.00
Muro de mampostería de piedra brasa hasta 4,00 m de altura, acabado aparente una cara, junteado con mortero cemento arena 1:5.	M ³	110.50	755.06	83,434.13
Suministro y colocación de malla de alambre 66-44, para reforzar firmes, pisos, losas a cualquier nivel.	M ²	310.00	52.23	16,191.30
Concreto f'c=300kg/cm ² , tma. 20mm r.n. para losas y trabes, suministrado por proveedor, apto para ser bombeado, incluye acarreo, bombeo, muestreo, colocación, vibrado, curado y equipo.	M ³	75.00	2088.51	156,638.25
Topes de concreto de sección compuesta de un cuadrado y un trapecio de 10x10cm y 10x3x5cm respectivamente.	M	12.00	117.92	1,415.04
SUBTOTAL				270,382.14

CONSTRUCCIÓN DE CAMINO DE ACCESO A RAMPA (L=70M)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CARPETA				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	280.00	3.90	1,092.00
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 40 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	112.00	20.99	2,350.88
Acarreo en camión con carga mecánica del material producto del despalme, hasta el banco de almacenamiento, depósito a volteo a primer kilómetro.	M ³	145.60	27.22	3,963.23
Preparación, conformación y compactación de la base del camino en forma mecánica al 90% proctor. Incluye incorporación de agua.	M ²	280.00	9.33	2,612.40
Construcción de carpeta de concreto asfáltico, tendido manual, con carga y acarreo del material primer kilómetro.	M ³	32.20	2496.44	80,385.37
SUBTOTAL				90,403.88

CANAL PLUVIAL (L= 30M)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CONSTRUCCIÓN DE CANAL PLUVIAL				
Trazo y nivelación del terreno, con equipo de topografía, incluye: materiales para señalamiento.	M ²	24.00	3.90	93.60
Despalme y limpieza de capa vegetal hasta 20 cms con medios mecánicos y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.	M ³	4.80	20.99	100.75
Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m en seco, medido en banco, con acarreo hasta el alcance de la maquina, en material tipo II, hasta una profundidad máxima de 2.0 m.	M ³	6.75	37.32	251.91
Afine a mano de base y taludes de la excavación, en material seco, incluye compactación de la base al 90% proctor con pisón.	M ²	51.00	9.33	475.83
Revestimiento de canal con concreto elaborado en obra f'c = 200 kg/cm ² , de 10 cm de espesor con malla electrosoldada 66 - 1010	M ²	51.00	196.05	9,998.55
TOTAL				10,920.64

SEÑALIZACIÓN

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SEÑALES				
Señales Restrictivas.				
Suministro y colocación de señales restrictivas de 0.60 x 0.45 m. con lámina galvanizada No. 16, reflejante alta intensidad, fondo en vinil, poste PTR de 51 mm (2"x2") de dos metros de altura, fijado con concreto resistencia normal f'c= 150 kg/cm ² .	Pza	4.00	561.06	2,244.24
SUBTOTAL				2,244.24

OPERACIÓN

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PERSONAL				
Responsable de la estación de transferencia	MES	1	19,441.80	19,441.80
Acomodador de vehículos	MES	1	7,337.70	7,337.70
Peones (limpieza y mantenimiento)	MES	2	7,306.20	14,612.40
			SUBTOTAL	41,391.90

COSTOS DE TRANSPORTE

ANEXO J3

VEHÍCULO RECOLECTOR SIN COMPACTADOR, CAPACIDAD 7.5 M³

INFORMACIÓN BASE PARA EL ANÁLISIS DE COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA A DIFERENTES DISTANCIAS

DATO	UNIDA	DISTANCIA RECORRIDA EN																				
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
viaje ida	min	0.00	7.50	15.00	22.50	30.00	37.50	45.00	52.50	60.00	67.50	75.00	82.50	90.00	97.50	105.00	112.50	120.00	127.50	135.00	142.50	150.00
vuelta regreso	min	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00
carga	min	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
descarga	min	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
despunte	min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
espera para carga	min	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
espera para descarga	min	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
cambio de llantas	min																					
traccionalizador satelital	S	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00	19.810.00
traccionalizador de raíl	S	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40	6.955.40
servicio de comunicación	S	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
informante	S	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
ota	S	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20	1,347.20
volumen caja	m³	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
carga caja	ton	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
peso volumétrico	ton/m3	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Volumen acarreado																						
Número de camiones																						
nº/camión																						
nótrechos	%	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50
Vehículo activo	S	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48	206.48
Vehículo inactivo	S	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79	80.79
Vehículo espera	S	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78	50.78

COSTO DIRECTO Y PRECIO UNITARIO POR TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS BAJO DISTINTAS DISTANCIAS DE RECORRIDO

(PESOS / TONELADA)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																					
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
COSTO DIRECTO	51.19	68.92	86.66	104.39	122.13	139.87	157.60	175.34	193.08	210.81	228.55	246.28	264.02	281.76	299.49	317.23	334.96	352.70	370.44	388.17	405.91	
INDIRECTOS (13.5%)	6.91	9.30	11.70	14.09	16.49	18.88	21.28	23.67	26.07	28.46	30.85	33.25	35.64	38.04	40.43	42.83	45.22	47.61	50.01	52.40	54.80	
PRECIO UNITARIO	58.10	78.23	98.36	118.49	138.62	158.75	178.88	199.01	219.14	239.27	259.40	279.53	299.66	319.79	339.92	360.05	380.18	400.31	420.44	440.57	460.70	

Los costos se encuentran expresados en pesos mexicanos

VEHÍCULO RECOLECTOR CON COMPACTADOR, CAPACIDAD 10 YD³

INFORMACIÓN BASE PARA EL ANÁLISIS DE COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA A DIFERENTES DISTANCIAS

[illegible]

COSTO DIRECTO Y PRECIO UNITARIO POR TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS BAJO DISTINTAS DISTANCIAS DE

RECORRIDO

(PESOS / TONELADA)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILÓMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	63.01	95.57	128.13	160.69	193.24	225.80	258.36	290.92	323.47	356.03	388.59	421.15	453.71	486.26	518.82	551.38	583.94	616.49	649.05	681.61	714.17
INDIRECTOS (13.5%)	8.51	12.90	17.30	21.69	26.09	30.48	34.88	39.27	43.67	48.06	52.46	56.85	61.25	65.65	70.04	74.44	78.83	83.23	87.62	92.02	96.41
PRECIO UNITARIO	71.52	108.47	145.43	182.38	219.33	256.28	293.24	330.19	367.14	404.10	441.05	478.00	514.96	551.91	588.86	625.81	662.77	699.72	736.67	773.63	810.58

Los costos se encuentran expresados en pesos mexicanos

VEHÍCULO RECOLECTOR CON COMPACTADOR, CAPACIDAD 20 YD³

INFORMACIÓN BASE PARA EL ANÁLISIS DE COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA A DIFERENTES DISTANCIAS

DAT	UNID	DISTANCIA RECORRIDA EN																				
		0	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
viaje	mi	0.0	7.5	15.0	22.5	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0	67.5	75.0	82.5	90.0	97.5	105.0	112.5	120.0	127.5	135.0	142.5	150.0
viaje	mi	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0
carg	mi	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
descarg	mi	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
despunt	mi	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
espera	mi	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
espera para	mi	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
cambio de	mi																					
localizador	\$	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0	19,810.0
sistema de	\$	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3	6,955.3
servicio de	\$	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
unifor	\$	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0
lon	\$	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2	1,347.2
volumen	m³	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
carga	to	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
peso	ton/m	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Volumen																						
Número de																						
m3/camió																						
Indirect	%	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
Vehículo	\$	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4	525.4
Vehículo	\$	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9	186.9
Vehículo	\$	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5
Caja	\$	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8
Caja	\$	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9
caja	\$	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5

COSTO DIRECTO Y PRECIO UNITARIO POR TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS BAJO DISTINTAS DISTANCIAS

DE RECORRIDO

(PESOS / TONELADA)

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILÓMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	49.81	69.57	89.34	109.11	128.87	148.64	168.41	188.17	207.94	227.70	247.47	267.24	287.00	306.77	326.54	346.30	366.07	385.83	405.60	425.37	445.13
INDIRECTOS (13.5%)	6.72	9.39	12.06	14.73	17.40	20.07	22.73	25.40	28.07	30.74	33.41	36.08	38.75	41.41	44.08	46.75	49.42	52.09	54.76	57.42	60.09
PRECIO UNITARIO	56.53	78.97	101.40	123.84	146.27	168.71	191.14	213.58	236.01	258.44	280.88	303.31	325.75	348.18	370.62	393.05	415.49	437.92	460.36	482.79	505.23

Los costos se encuentran expresados en pesos mexicanos

TRACTOCAMION CON CAJA DE TRANSFERENCIA, CAPACIDAD 40 M³

INFORMACIÓN BASE PARA EL ANÁLISIS DE COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA A DIFERENTES DISTANCIAS

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	32.92	45.38	57.83	70.28	82.73	95.19	107.64	120.09	132.54	145.00	157.45	169.90	182.35	194.80	207.26	219.71	232.16	244.61	257.07	269.52	281.98
INDIRECTOS (13.5%)	4.44	6.13	7.81	9.49	11.17	12.85	14.53	16.21	17.89	19.57	21.26	22.94	24.62	26.30	27.98	29.66	31.34	33.02	34.70	36.39	38.09
PRECIO UNITARIO	37.37	51.50	65.64	79.77	93.90	108.04	122.17	136.30	150.44	164.57	178.70	192.84	206.97	221.10	235.24	249.37	263.50	277.64	291.77	305.90	320.03

(PESOS / TONELADA)

TRACTOCAMION CON CAJA DE TRANSFERENCIA, CAPACIDAD 70 M³

INFORMACIÓN BASE PARA EL ANÁLISIS DE COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA A DIFERENTES DISTANCIAS

[illegible]

COSTO DIRECTO Y PRECIO UNITARIO POR TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS BAJO DISTINTAS DISTANCIAS DE RECORRIDO

(PESOS / TONELADA)

Los costos se encuentran expresados en pesos mexicanos
PLANOS

CONCEPTO	DISTANCIA RECORRIDA EN KILOMETROS																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
COSTO DIRECTO	18.48	25.43	32.38	39.32	46.27	53.22	60.17	67.12	74.07	81.02	87.96	94.91	101.86	108.81	115.76	122.71	129.66	136.60	143.55	150.50	157.45
INDIRECTOS (13.5%)	2.49	3.43	4.37	5.31	6.25	7.18	8.12	9.06	10.00	10.94	11.88	12.81	13.75	14.69	15.63	16.57	17.50	18.44	19.38	20.32	21.26
PRECIO UNITARIO	20.97	28.86	36.75	44.63	52.52	60.41	68.29	76.18	84.07	91.95	99.84	107.73	115.61	123.50	131.39	139.27	147.16	155.05	162.93	170.82	178.71

ANEXO J4

Los planos que se enlistan a continuación son los correspondientes a la propuesta de infraestructura de transferencia y disposición final en el Estado de Morelos.

No. ID.	Descripción
1	División Política del Estado de Morelos
2	Regionalización de Manejo Integral Sustentable de Residuos Sólidos Urbanos
3A	Infraestructura de Manejo Integral Sustentable de Residuos Sólidos Urbanos – Propuesta No. 1
3B	Infraestructura de Manejo Integral Sustentable de Residuos Sólidos Urbanos – Propuesta No. 2