



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA**

**“PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DE LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO,
MICHOACÁN”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA QUE PRESENTA: PIQ EMMA VAZQUEZ
BIBIAN.

ASESOR:

M. EN C. GABRIEL MARTINEZ HERRERA

COASESOR:

DR. ROBERTO GUERRA GONZÁLEZ

MORELIA MICHOACAN, FEBRERO 2022

CONTENIDO

GLOSARIO	3
ACRONIMOS	5
RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS	5
RESUMEN	6
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Generalidades	9
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivo	10
1.4 Antecedentes	11
1.5 Hipótesis	12
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Manejo y disposición de residuos sólidos municipales	13
2.2 Tipos De Residuo.	16
2.2.1 Residuos Sólidos Urbanos	16
2.2.2 Residuos de Manejo Especial	16
2.2.3 Residuos Peligrosos	16
2.3 Producción en México.	17
2.4 Tratamiento	18
2.5.- Métodos del tratamiento.	20
2.5.1. Procesos físicos.	20
2.5.2.- Procesos mecánicos.	21
2.5.3. Procesos térmicos.	23
2.5.4.- Proceso químico.	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA	25
3.1 Normatividad Federal	25
3.2 Normatividad Estatal	26
3.3 Actualización de los reglamentos municipales de Aseo y Limpieza.	28
3.3.1 Sistema de separación de los residuos sólidos SOS.	28
3.3.2.- Difusión y formación de promotores ambientales para la gestión integral de los residuos sólidos.	29
3.3.3.- Planes de Manejo de Residuos Especiales	29

3.4 Acuerdos de Asociación Intermunicipal.	32
<u>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</u>	33
4.1 Volúmenes de residuos sólidos generados.	33
4.2 Capacidad e infraestructura para disposición final de los residuos sólidos.	35
4.2.1.- Tzintzuntzan.	36
4.2.2.- Quiroga.	37
4.2.3.- Erongaricuaro	39
4.2.4.- Pátzcuaro.	40
4.3 Análisis foda.	44
4.4 Estrategias y acciones.	48
4.5 Seguimiento al Plan de Manejo.	52
<u>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	54
5.1 Conclusiones.	54
5.2 Recomendaciones.	56
<u>FUENTES CONSULTADAS</u>	57
<u>ANEXOS</u>	58

GLOSARIO

Basura: Es la fracción de los residuos sólidos que por encontrarse indiscriminadamente mezclados sus materiales, sin respetar su origen, naturaleza, características y vocación intrínseca, ya no es posible reutilizar, reciclar o elaborar composta; y por lo mismo, constituyen un riesgo a la salud pública y al medio ambiente, requiriendo se le confine en un relleno sanitario, que satisfaga la NOM-083-ECOL-1996. [1]

Caracterización de sitios contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación. [2]

Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios o 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. [2]

Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta su disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región. [2]

Gestión Sustentable de los Residuos Sólidos Municipales: Conjunto de acciones y estrategias, a cargo del H. Ayuntamiento y de la población, que tiene por objeto asegurar que los residuos sólidos no pongan en riesgo su salud, ni dañe al medio ambiente y contribuya a alcanzar el desarrollo sustentable del Municipio. [1]

Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contienen en forma disuelta o en suspensión, sustancias que puedan infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que pueden dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos. [2]

Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio,

almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. [2]

Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generen. [2]

Medio Ambiente: El conjunto de los elementos naturales y artificiales introducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúa en un espacio y tiempo determinados. [1]

Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos diseñado bajo principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno. [2]

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven. [2]

Residuos Sólidos, Desecho o Desperdicio: Cualquier material generado por eliminación en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento de materiales orgánicos o inorgánicos. [1]

Residuos no Peligrosos: Son aquellos residuos que no contengan características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, irritantes o biológico infecciosas. [1]

Residuos Peligrosos: Aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, representan un riesgo para el medio ambiente o la salud pública. [1]

Residuos Hospitalarios: Residuos biológico-infecciosos provenientes de hospitales, sanatorios, clínicas veterinarias, funerarias o similares y están regidos por las normas oficiales mexicanas. [1]

Residuos Varios: Productos inorgánicos de compleja elaboración y de difícil reciclaje, por tener más de un componente. [1]

ACRONIMOS

NOM: Norma oficial mexicana

RSM: Residuos sólidos municipales

SEMARNAT: Secretaría del medio ambiente y recursos naturales

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua

CITIRS: Centro intermunicipal de tratamiento integral de residuos sólidos

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

CREDES: Centro regional de educación y capacitación para el desarrollo sustentable

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

COFOM: Comisión Forestal del Estado de Michoacán

SEDRUA: Secretaria de Desarrollo Rural y Agroalimentario

SEP: Secretaria de Educación pública

COEEO: Consejo Estatal de Ecología

INE: Instituto Nacional de Ecología

UMSNH. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Población de los municipios de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Tabla 2. Generación de residuos en los municipios de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Tabla 3.- Evaluación del funcionamiento de los Rellenos Sanitarios de los Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Figura 1. Procedimiento para desarrollar un plan de manejo de residuos sólidos.

Figura 2. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en países OCDE.

Figura 3. Manejo integral y sustentable de los residuos sólidos.

Figura 4. Aspectos y Actores a Considerar en el Plan de Manejo de Residuos a Nivel Municipal.

Figura 5. Relleno sanitario de Tzintzuntzan.

Figura 6. Relleno sanitario de Quiroga.

Figura 7.- relleno sanitario Erongarícuaro.

Figura 8.- Tiradero de basura Erongarícuaro.

Figura 9.- CITIRS de Pátzcuaro.

RESUMEN

El presente programa de manejo integral de los residuos sólidos, se desarrolla como parte de los compromisos contenidos en el Programa Operativo Anual de la Comisión de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro CONAGUA, y busca contar con información para los municipios que conforman esta cuenca, Quiroga, Tzintzuntzan Pátzcuaro y Erongarícuaro sobre aspectos generales en la materia, estado actual de generación de basura y disposición por Municipio, planteamiento general de necesidades y acciones que permitan minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos en apego a las leyes y normas mexicanas aplicables.

Las medidas importantes a tomar en cuenta, es el que los ayuntamientos de la región den continuidad a todos los componentes del manejo de residuos sólidos, como son educación y capacitación, reglamentación, manejo y disposición final, así como integración de alianzas público privadas para formar parte de un municipio limpio, como se muestra en la figura 1. Mediante la formación de promotores ambientales comunitarios e como inspectores ecológicos en la región, que promovían entre otras cosas la reutilización de desechos no orgánicos. Así como alternativas que les permita a los municipios de la Cuenca, aprovechar el Centro Integral CITIRS para fortalecer el programa de separación de desechos sólidos con un enfoque de minimización, aprovechamiento y valorización.

ABSTRACT

This program of integral management of solid waste, is developed as part of the commitments contained in the Annual Operational Program of the Commission of the Lake Pátzcuaro Basin CONAGUA, and seeks to have information for the municipalities that make up this basin, Quiroga, Tzintzuntzan Pátzcuaro and Erongarícuaro on general aspects in the matter, current state of garbage generation and disposal by Municipality, general approach of needs and actions that allow minimizing the generation and maximizing the valorization of municipal solid waste in accordance with applicable Mexican laws and regulations. The important measures to take into account, is that the municipalities of the region give continuity to all the components of solid waste management, such as education and training, regulation, management and final disposal, as well as integration of public-private partnerships to be part of a clean municipality, as shown in the figure 1. Through the training of community environmental promoters and ecological inspectors in the region, who promoted, among other things, the reuse of non-organic waste. As well as alternatives that allow the municipalities of the Basin, to take advantage of the CITIRS Integral Center to strengthen the solid waste separation program with a focus on minimization, use and valorization

PALABRAS CLAVE

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

Residuos Sólidos, Desecho o Desperdicio: Cualquier material generado por eliminación en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento de materiales orgánicos o inorgánicos. [1]

Residuos no Peligrosos: Son aquellos residuos que no contengan características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, irritantes o biológico infecciosas. [1]

Residuos Peligrosos: Aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, representan un riesgo para el medio ambiente o la salud pública. [1]

Residuos Hospitalarios: Residuos biológico-infecciosos provenientes de hospitales, sanatorios, clínicas veterinarias, funerarias o similares y están regidos por las normas oficiales mexicanas. [1]

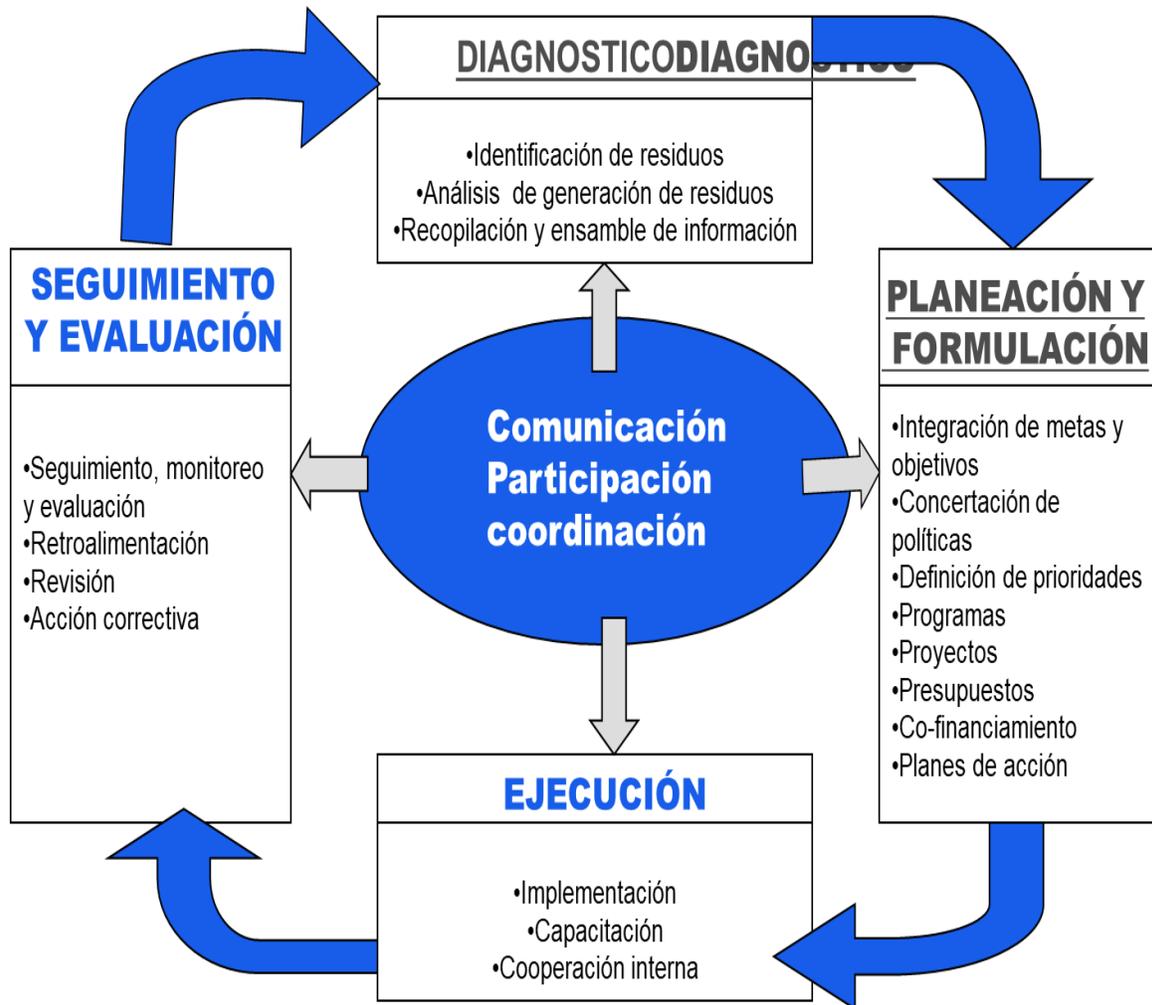


Figura 1.- Procedimiento para desarrollar un plan de manejo de residuos sólidos.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- GENERALIDADES

El acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo, han originado el incremento en la generación de residuos sólidos, al mismo tiempo que se carece de la capacidad financiera y administrativa para dar tratamiento adecuado a esta situación. La problemática de los residuos sólidos urbanos, es un tema que cada día demanda mayor atención, por lo que es importante su análisis en la búsqueda de alternativas disponibles y probadas que resulten viables para la adecuada gestión y tratamiento de estos residuos. Considerando su factibilidad, complejidad, alcances y beneficios que aportarán las opciones que resulten convenientes.

Un plan de manejo de residuos es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. Para la cuenca del lago de Pátzcuaro, se trabajó primero dando un recorrido por la cuenca, para evaluar el estado actual de los residuos y sus vertederos, una vez que se evaluó, se propuso un plan de manejo ante los responsables del manejo de los residuos municipales. Buscando promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social.

Las acciones clave para prevenir la generación de residuos en la cuenca del Lago de Pátzcuaro son:

Reducir en la fuente (RF): a través de la minimización del consumo de materiales o energía.

Reusar los productos (RP): que implica el uso múltiple de un producto en su forma original, para su propósito original o para otro alternativo, con o sin reacondiciona.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

El problema de la basura, es un problema ambiental muy importante, ya que causa deterioro de suelo, agua y atmósfera, además de riesgos a la salud. La falta de conocimientos e información, los recursos económicos insuficientes, las presiones políticas o el simple descuido de autoridades y sociedad en general, han hecho que se pretenda resolver este problema quitando los residuos de la vista, arrojándolos a las afueras de las ciudades, a las barrancas, los cauces de los ríos. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización y la expansión del comercio, han aumentado la generación de residuos. Por tal motivo este trabajo vinculado a la Ingeniería Química es completamente justificado.

La cuenca del Lago de Pátzcuaro es un lugar cien por ciento turístico, lo que incrementa la importancia de contar con un plan para el manejo de los residuos.

1.3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Fortalecer, mediante un programa integral, la gestión y manejo de los residuos sólidos municipales en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, con el cual se generen oportunidades que reactiven la economía de la región y se disminuyan riesgos ambientales que se producen provocados por los tiraderos clandestinos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Hacer una propuesta de estrategias y acciones relacionadas con el manejo de los residuos sólidos, con la educación y la información.

- ✓ Proponer medidas para reducir los volúmenes de desechos sepultables, a través de la colecta separada y el aprovechamiento de desechos sólidos.
- ✓ Propiciar alternativas para la creación, operación y/o consolidación de centros de acopio comunitarios.
- ✓ Facilitar acciones relacionadas con la educación, la difusión, la re- utilización y el reciclaje de los desechos.

1.4.- ANTECEDENTES

El problema de los depósitos de los residuos sólidos municipales en la cuenca del Lago de Pátzcuaro a sido uno de los más grandes conflictos, ya que al contar tan solo con un relleno sanitario intermunicipal, que ya llego a su etapa de clausura, mientras que en la mayoría de los municipios no se cuenta con rellenos sanitarios diseñados conforme a la NOM, ha provocado la contaminación de suelo, y lago.

La industrialización de la sociedad ha dado como resultado un incremento exponencial de la producción de basura per cápita y su disposición final se realiza principalmente en tiraderos a cielo abierto. Sin embargo, otro problema generado por la basura es la lixiviación de los contaminantes hacia los sistemas de aguas superficiales y subterráneos.

Los tiraderos de basura de en la cuenca, Quiroga, Pátzcuaro, Erongaricuaró, se localiza a a las afueras de cada cabecera municipal, y datan de los años 70's. Se ubican sobre valles naturales a pocos metros del Lago de Pátzcuaro.

Los tiraderos reciben alrededor de 689.5 toneladas de residuos al día (Departamento de aseo público municipal 2019). Se considera que en los tiraderos se han enterrado 500.000 toneladas de basura., en un área aproximada de 1.5 hectáreas con un espesor de 25 metros. También se han observado lagunas permanentes de los lixiviados de las descargas, no se cuenta con alguna estructura para captarlos ni tampoco para el biogás. En algunas ocasiones se han generado incendios.

1.5.- HIPOTESIS

Al desarrollar y aplicar un plan de manejo para residuos sólidos en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, se promoverá la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reducirán los costos de su administración, facilitarán y harán más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo.

CAPÍTULO 2**2.- MARCO TEÓRICO**

El Ingeniero Químico, transforma la materia prima en materiales para beneficio de la sociedad de una manera económica y sustentable, por lo tanto, el Ingeniero Químico sabe de los materiales de que están compuestos los residuos, de forma tal que también sabe cómo reutilizarlos como materia prima en procesos industriales.

La característica de la sociedad contemporánea es su enorme capacidad de consumo, el hombre ha fabricado infinidad de artículos para satisfacer ese consumismo que genera una gran cantidad de residuos. El ritmo comercial de nuestra sociedad, la continua conquista de nuevas metas tecnológicas y la errónea creencia de que los recursos naturales son inagotables, son algunos de los factores que contribuyen a la actual producción de residuos en las sociedades de consumo. La eliminación de los residuos ha sido un problema, a mediados de la década de los años setenta del siglo pasado, la generación de residuos por persona era de unos 200 a 500 gramos por habitante por día, mientras que hoy se estima entre 500 y 1,000 gramos por habitante por día. Esta generación muestra diferencias importantes entre los diferentes Estados de la República Mexicana. Los habitantes de estados muy urbanizados como el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaron en el año 2021 más de un kilo de residuos diarios por persona, en contraste con lo que generaron en promedio los habitantes de estados menos urbanizados como Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Zacatecas y Tlaxcala, cuya generación no rebasó los 900 gramos diarios. La composición de los residuos sólidos municipales (RSM) depende de los niveles y patrones de consumo, así como de las prácticas de manejo y la minimización de residuos. De 1995 al año 2021 no se han observado cambios importantes en la proporción relativa del tipo residuos generados.

Pero el problema no radica solamente en la cantidad, sino también en la composición de los residuos, que pasó de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa, parcialmente no biodegradable y con porcentajes de materiales tóxicos.

2.1.- Manejo y disposición de residuos sólidos municipales

El manejo de los residuos sólidos municipales (RSM) comprende desde su generación, almacenamiento, transporte y tratamiento, hasta su disposición en algún sitio. Aún no se han incorporado en todo el territorio nacional técnicas modernas para la solución de este problema, por lo que es relativamente frecuente que los residuos se viertan sobre depresiones naturales del terreno. Un aspecto importante del manejo es la recolección de los RSM, en 1998 se recolectaba cerca del 85% del total generado y en 2004 esta cifra ascendió a 87%.

Actualmente, la mejor solución para la disposición final de los RSM son los rellenos sanitarios. Hasta el 2001 pocas ciudades contaban con este tipo de instalaciones operando en condiciones sanitarias adecuadas, sin embargo, para el año 2019, sólo el estado de Oaxaca no reportaba la existencia de rellenos sanitarios, al 2021 todos los estados de México reportan la existencia de réyenos sanitarios diseñados conforme a la NOM. México ha logrado un enorme avance, ya que de 1995 a 2021 el número de rellenos sanitarios se triplicó y la cantidad de RSM que se depositaron en ellos aumentó de 5.9 a 18.3 millones de toneladas (52% de los RSM generados en 2021). El resto aún se deposita en rellenos de tierra controlados (11.5%) y no controlados (32.9%). Los mayores avances se han dado en las ciudades: en 2021, el 61% de los residuos depositados en rellenos sanitarios y de tierra controlados se ubicó en zonas metropolitanas y 37% en ciudades medias.

Actualmente en México, el manejo adecuado de los residuos sólidos es insuficiente. La organización de los medios necesarios para su manejo adecuado se ha desarrollado de manera informal y dispersa en su mayoría, si bien existe un marco normativo ambiental, los medios de instrumentación no han sido eficientes por lo que los generadores la desconocen e incumplen y tampoco destinan recursos para el adecuado manejo de los mismos.

Para el caso de Michoacán la tipología de los residuos sólidos la composición de los residuos sólidos urbanos refleja el predominio de las actividades agropecuarias y de servicios en la entidad, así como el proceso de urbanización de la población en las últimas décadas, aproximadamente 50.7 por ciento de los residuos generados son orgánicos, 25.2 separables y el restante 24.1 por ciento corresponde a los sanitarios.

Se estima que en Michoacán los servicios municipales de limpia recolectan diariamente cerca de 2,200 toneladas, por otra parte, 270 toneladas son recolectadas por pepenadores o recolectores informales y 445 toneladas de residuos no son recolectados.

Dadas las características de los residuos, con un elevado índice de materia orgánica, asimismo destaca que una cuarta parte de los residuos, los caracterizados como separables, son susceptibles de valorizarse en mercados emergentes, sobre todo los plásticos, pet, cartón, papel, vidrio y metales, de tal manera que sólo el restante 24 por ciento, menos de 775 toneladas/día, son las que deben confinarse en sitios de disposición final.

Es necesario que las autoridades ambientales federales, estatales y municipales, en coordinación con los generadores, productores, y la sociedad, diseñen implementen una gestión ambiental eficiente de los residuos sólidos.

La falta de conocimientos e información, los recursos económicos insuficientes, las presiones políticas o el simple descuido de autoridades y sociedad en general, han hecho que se pretenda resolver este problema quitando los residuos de la vista, arrojándolos a las afueras de las ciudades, a las barrancas, los causes de los ríos. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización y la expansión del comercio, han aumentado la generación de residuos. Así, los riesgos a la salud, asociados a la gestión inadecuada de los residuos sólidos, en un período largo de tiempo, se reflejan en la transmisión de determinadas enfermedades que pueden producirse por contacto directo con los residuos y por la vía indirecta a través de los vectores o transmisores más comunes como moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, perros y gatos callejeros que comen de la basura.

En la actualidad los tiraderos a cielo abierto, es lo más común para la disposición final, y en menor medida los rellenos sanitarios. Los primeros resultan ser una fuente de contaminación visual, ambiental y de insalubridad por la descomposición de los residuos sólidos orgánicos que se degradan sin ningún control, generando nocivos gases contaminantes e inflamables, lixiviados, fauna y microbios. La contaminación generada al suelo, mantos acuíferos y atmósfera es muchas veces irreversible, sin embargo, es de mencionarse que los rellenos sanitarios mal diseñados y cuya operación es deficiente, pueden causar la misma problemática que los tiraderos.

2.2.- Tipos De Residuo.

La NOM-052-SEMARNAT-1993, establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Los residuos sólidos se clasifican en tres tipos como se presentan a continuación:

2.2.1.- Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

2.2.2.- Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

2.2.3.- Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad.

La generación de residuos abarca las actividades en la que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para la evacuación.

2.3.- Producción en México.

Tipos de generadores:

- **Micro generadores:**

Producen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos.

- **Generadores pequeños:**

Producen de 0.4 a menos de 10 toneladas.

- **Grandes generadores:**

Producen 10 o más toneladas anuales.

La composición de los RSU depende en gran medida de los niveles y patrones de consumo. En México, poco más de la mitad de los residuos son de naturaleza orgánica (residuos de comida, jardines y materiales orgánicos similares), correspondiendo el 49% restante a residuos inorgánicos como el papel y cartón (15%), vidrio (6%), plástico (6%), textil (2%), metal (3%) y otros tipos de basura (17%). El creciente volumen de residuos sólidos generados conlleva a problemáticas como la dificultad para su recolección y el agotamiento rápido de la vida útil de los rellenos sanitarios. De 1992 a 2021, la generación total de RSU se incrementó 60%, alcanzando 34.6 millones de toneladas en el último año. Aunque los residuos sólidos urbanos (RSU) son tan sólo una parte de los residuos generados, por su importancia consumen alrededor de la tercera parte de los recursos invertidos por el sector público para abatir y controlar la contaminación (OCDE, 2020).

Ventajas del Relleno Sanitario diseñado conforme a la NOM

- El relleno sanitario es un método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.
- Evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen.
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
- Genera empleo para mano de obra no calificada.
- Puede ubicarse cerca al área urbana, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.

- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos.
- Es posible recuperar biogás.

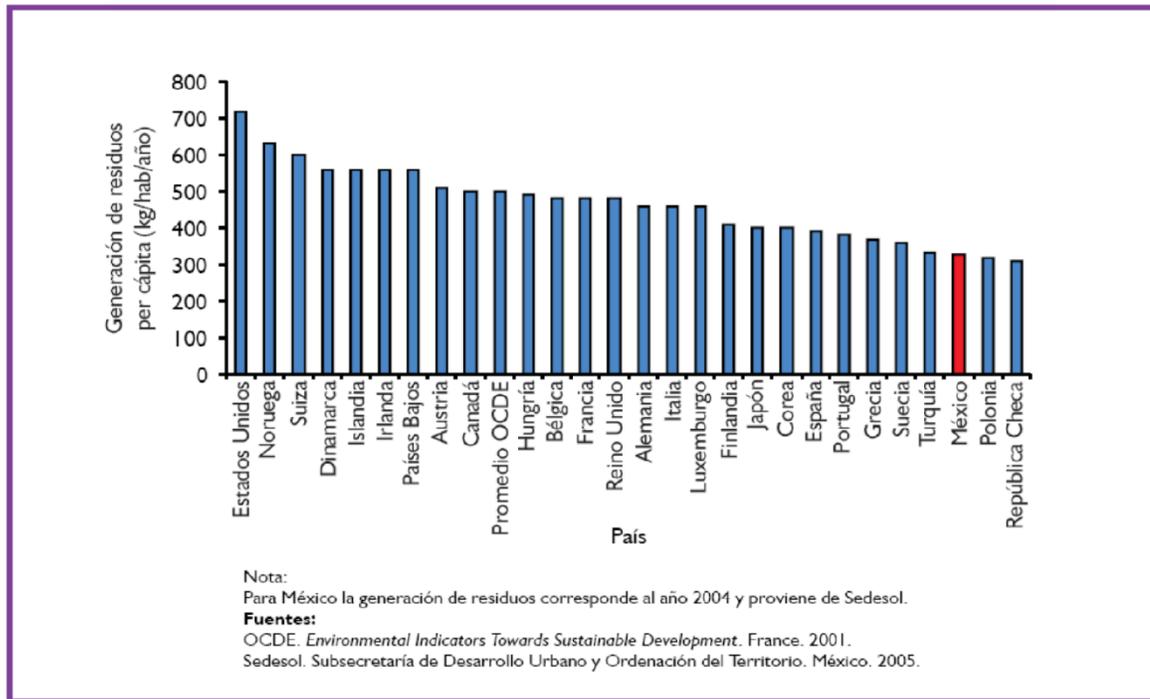


Figura 2. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en países OCDE.

2.4.- Tratamiento.

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región. Esto se puede lograr combinando opciones de manejo que incluyen esfuerzos de reuso y reciclaje, tratamientos que involucran compostaje, biogásificación, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios ver **Figura 2**, siguiente, Manejo integral y sustentable de los residuos sólidos. El punto clave no es cuántas opciones de tratamiento se utilicen, o si se aplican todas al mismo tiempo, sino que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales, así como a los principios básicos de las políticas ambientales en la materia.

Así, por ejemplo, un sistema en una municipalidad que incorpore reciclado, incineración con recuperación de energía y relleno sanitario puede ser muy diferente al sistema prevaleciente en otra municipalidad que incluya reciclado, composta y relleno sanitario. Lo cual no tiene importancia, en tanto se alcance el objetivo principal del manejo integral de residuos sólidos, que es encontrar los medios económicos y ambientales más apropiados para desviar una cantidad óptima de residuos del relleno sanitario. El modelo descrito en la **Figura 2**, siguiente; Manejo integral y sustentable de los residuos sólidos. Hace hincapié en la interrelación de las partes del sistema y no intenta predecir cual es el mejor sistema.

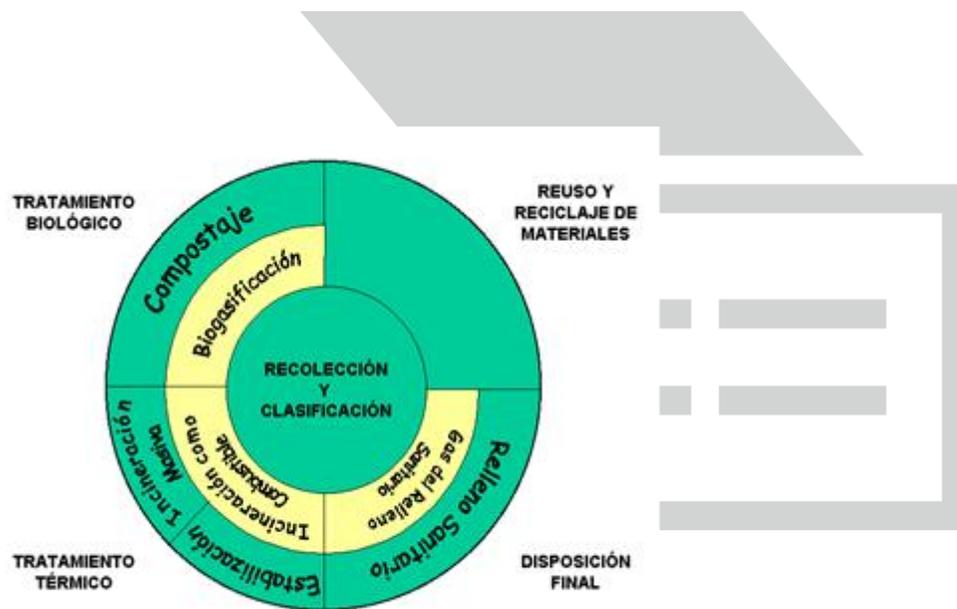


Figura 3. Manejo integral y sustentable de los residuos sólidos.

El manejo integral de los residuos sólidos le da una nueva dimensión al enfoque comúnmente conocido como la jerarquía del manejo de residuos sólidos, el cual prioriza las opciones de manejo de residuos en un orden de preferencia que parte de la prevención de la generación, del reúso, reciclaje o compostaje, de la incineración con recuperación de energía, de la incineración sin recuperación de energía, y del confinamiento en rellenos sanitarios como última opción. Este enfoque ha influido significativamente en las decisiones y estrategias de manejo de residuos a nivel local, nacional e internacional durante los últimos 25 años.

- ✓ 1.- Reducción de origen (reducción en la fuente).
- ✓ 2.- Reutilización (retornabilidad/rellenamiento).
- ✓ 3.- Compostaje y Biodegradación.
- ✓ 4.- Reciclaje.
- ✓ 5.- Incineración con recuperación de energía.
- ✓ 6.- Relleno sanitario.

2.5.- Métodos del tratamiento.

Existen cuatro tipos de tratamiento descritos a continuación.

2.5.1. Procesos físicos.

Separación.

Consiste en la separación de materiales constituyentes de la basura buscando mayor productividad de un procesamiento biológico o térmico subsecuente. Ejemplo: se separan materiales "ligeros" (plásticos, papeles) para ser incinerados o para que no perturben el proceso biológico de compostificación.

Trituración.

Consiste en dividir, mezclar y homogenizar la basura favoreciendo:

- La descomposición bioquímica.
- El condensamiento y la estabilidad mecánica de los rellenos.
- La uniformidad y control de la acción térmica.

Consecuentemente, puede ser un proceso auxiliar para compostificación, relleno sanitario, pirolisis e incineración.

Compactación

Disminuye los espacios vacíos condensando la basura a bajo costo, por lo que constituye un proceso auxiliar en el relleno sanitario, además de tener alta importancia económica en la recolección de basura. Aproximadamente el grado de compactación es de 500 kg/m^3 y puede variar de acuerdo al tipo de compactadoras.

2.5.2.- Procesos mecánicos.

Vertedero Controlado.

Un vertedero controlado es un área profunda en el que se compacta e impermeabiliza tanto el fondo como los laterales. En estos vertederos la basura se coloca en capas y se recubre todos los días con 0.5 metros de tierra para prevenir la proliferación de ratas, malos olores, disminuir el riesgo de incendios, proteger la basura de que se esparza por el viento; proveer una vía de acceso a los vehículos y disminuir la contaminación visual.

En este tipo de vertederos se instalan sofisticados sistemas de drenaje para lixiviados y para los gases ($\text{metano} + \text{CO}_2 + \text{N}_2$) que se producen. Los lixiviados se deben tratar en plantas depuradoras antes de ser vertidas a ríos o al mar y los gases que se recogen se puedan aprovechar en pequeñas plantas generadoras de energía que sirven para abastecer las necesidades de la planta de tratamiento de las basuras y, en ocasiones, pueden añadir energía a la red general. (Echarri. 1998).

Rellenos Sanitarios.

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población.

La obra de ingeniería consiste en preparar un terreno, colocar los residuos extenderlos en capas delgadas, compactarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo con una capa de tierra de espesor adecuado y monitorear el relleno sanitario cuando se cierre.

El relleno sanitario es un sistema de tratamiento y, a la vez disposición final de residuos sólidos en donde se establecen condiciones para que la actividad microbiana sea de tipo anaeróbico (ausencia de oxígeno).

2.5.3. Procesos térmicos.

Incineración.

Proceso de oxidación química en el cual los residuos son quemados bajo condiciones controladas para oxidar el carbón e hidrógeno presentes en ellos, destruyendo con ello cualquier material con contenido de carbón, incluyendo los patógenos de los residuos biológicos infecciosos. Los gases de combustión son venteados a través de una chimenea, mientras que los residuos convertidos en cenizas son removidos periódicamente para su disposición final en el relleno sanitario.

Ventajas

- Reduce el volumen en un 90% a un 95%.
- Destrucción total de patógenos, si opera a las temperaturas requeridas
- No hay necesidad de acondicionar los residuos previamente al proceso
- Se puede contar con sistemas móviles de incineración
- Se pueden tratar los residuos comunes y biocontaminados

a. **Desventajas**

- Emisiones gaseosas peligrosas, con contenido de dioxinas (compuestos aromáticos tricíclicos y halogenados), PCBs, SO_x, NO_x entre otros.
- Riesgos en la operación, se pueden provocar fogonazos, incendios y quemaduras al operador
- Se requiere de personal entrenado y capacitado para su operación y mantenimiento
- Altos costos de operación (combustibles) y mantenimiento. (Meloni 1998).

Pirolisis.

Proceso de inactivación de los microorganismos infecciosos por la descomposición química de sus moléculas, al ser sometidos los residuos biocontaminados a intenso calor en un ambiente controlado. Es una tecnología emergente donde se aplica calor sin oxidación de los residuos sólidos biocontaminados, para lograr una descomposición química de las moléculas

orgánicas de los residuos a elementos simples (carbón, hidrogeno, etc.). En la cámara de acero inoxidable donde se realiza la pirolisis el calor es generado por resistencia eléctrica y las paredes de la cámara son enfriadas con agua. (Meloni 1998).

2.5.4.- Proceso químico.

Tratamiento Químico.

Proceso de destrucción de los patógenos provocada por la acción química de ciertos compuestos. Esta tecnología es útil para centros de salud y puestos de salud, establecimientos cuya generación no excede de 10 kilogramos diarios. Con esta técnica se logra la desinfección del residuo por contacto del mismo con un producto químico líquido desinfectante (cloro), que inactiva y mata a los agentes infecciosos. Los residuos biocontaminados se depositan en un recipiente donde son mezclados con el desinfectante líquido, posteriormente, luego de un periodo de contacto con el agente químico, estos son retirados y escurridos para luego ser transportados a un relleno sanitario. (Meloni 1998).

Ventajas

- Destrucción de patógenos mediante proceso químico
- Se pueden tratar residuos biocontaminados y comunes
- Tecnología útil para establecimientos de salud como puestos de salud

Desventajas

- Efluentes con soluciones químicas activas
- Riesgos en la operación, se pueden provocar emisiones gaseosas con algunas soluciones químicas
- Efluentes químicos probablemente activos con riesgo en su manipulación
- Es necesario acondicionar los residuos antes del proceso
- Se requiere tiempo de contacto entre el residuo y la solución química, dependiendo del producto que se emplee. (Meloni 1998).

3.- METODOLOGÍA

El Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos, aplica a las personas físicas o morales que en el estado de Michoacán de Ocampo: que generen, almacenen, transporten, manejen, traten, dispongan, aprovechen, reciclen o reúsen cualquier tipo de residuo sólido dentro de los 113 municipios que lo integra.

Asimismo, este programa aplica a todas las entidades del Gobierno del Estado que, en el ámbito de su competencia, tengan relación con los residuos sólidos en esta entidad federativa, así como a fabricantes, productores, distribuidores, importadores, exportadores, comercializadores, prestadores de servicios, entre otros. Quienes deben acatar la normatividad que existe.

3.1.- Normatividad Federal

Las disposiciones jurídicas de orden federal que regulan la prevención y gestión integral de los residuos sólidos están establecidas en:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fracción III del artículo 115, asimismo, la fracción XXIX-G del artículo 73.
- La Ley general del Equilibrio Ecológico, Capítulo Cuatro, sobre la prevención y control de la contaminación del suelo.
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de manera particular el Título Segundo en donde se establece la distribución de competencias, así como las atribuciones de los tres órdenes de gobierno.
- El Reglamento de la ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- La Norma Oficial Mexicana-083-SEMARNAT-2003 (NOM-083-SEMARNAT-2003).

3.2.- Normatividad Estatal

- Constitución Política del Estado de Michoacán de Ocampo, artículos 3 y 123.
- Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo.
- Ley Orgánica del Municipio Libre.

Véase Anexo 2.

En el marco de esta nueva legislación las autoridades municipales, con el apoyo de las autoridades estatales, pueden desarrollar proyectos para impulsar la implantación de los planes de manejo con una visión integral, como se muestra en la figura 3.

Alternativas como la de reincorporar los residuos a la producción y el consumo, disminuye los impactos ambientales de la actividad económica en su conjunto, propicia el ahorro de energía, disminuye el consumo productivo de materias primas y genera economías en el gasto institucional y doméstico, por lo tanto, potencialmente activador de la economía y de del empleo.

El programa de manejo integral de residuos sólidos, busca que, en base a alternativas de manejo de los residuos sólidos, estas se articulen funcionalmente a la economía global del libre mercado aprovechando o creando nichos de oportunidad para valorizar al máximo posible, los residuos que se generan, en primer lugar, buscando su reincorporación a procesos de producción y transformación en escalas locales y micro regionales

Fundamental impulsar propuestas integrales y coordinadas entre las instituciones y los actores de la sociedad civil para lograr un manejo sustentable en los recursos naturales y conservar los ecosistemas y su biodiversidad, no ha habido en la cuenca programas específicos de cultura ambiental que, de manera articulada entre actores, sumen esfuerzos a fin.

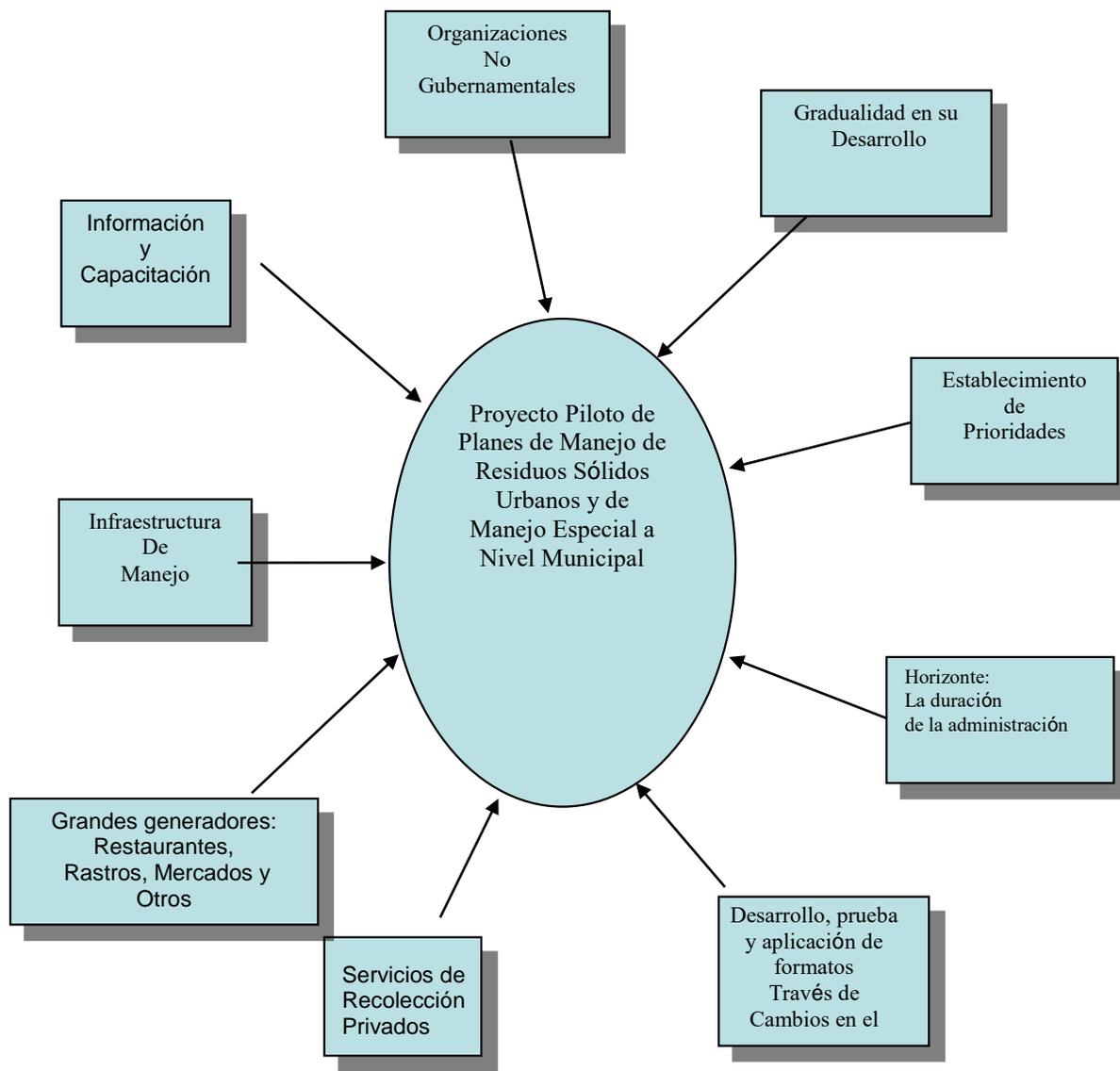


Figura 4. Aspectos y Actores a Considerar en el Plan de Manejo de Residuos a Nivel Municipal

3.3.- Actualización de los reglamentos municipales de Aseo y Limpieza.

A partir de talleres regionales dirigidos a los presidentes municipales, regidores y directores de área de los municipios de la entidad, sobre la importancia de que su reglamento municipal fuese congruente con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la NOM-083-SEMARNAT-2003 y la política estatal de Sistema Obligatorio de Separación: Sanitarios, Orgánicos y Separados, se obtuvo un reglamento tipo. Actualmente este reglamento es desconocido por muchos de los implicados y no es posible del todo organizar de mejor manera los servicios de limpia, así como aplicar multas y sanciones a quienes no cumplan con las disposiciones ahí establecidas.

3.3.1.- Sistema de separación de los residuos sólidos SOS.

En el Estado de Michoacán es obligatorio depositar de manera separada, desde el sitio de generación, los residuos sólidos por lo menos en tres componentes que se reconocen como Sistema SOS y que responden a la siguiente clasificación:

- Sanitarios: aquellos residuos relacionados con el cuidado y el aseo de las personas y de los animales, así como del barrido doméstico y en general todos aquellos residuos que no sean susceptibles de separación o valorización y que requieran ser confinados en un relleno sanitario.
- Orgánicos: aquellos generados en la preparación, consumo, almacenamiento y comercialización de alimentos de origen animal y vegetal; en la poda y el derribo de arbolado o de la jardinería, así como los esquilmos agrícolas, y en general todos aquellos susceptibles de un tratamiento orgánico para la producción de composta o algún otro aprovechamiento amigable con el medio ambiente.
- Separados: aquellos relacionados con la naturaleza de los materiales que los constituyen y que pueden ser susceptibles de rehusó valorización, tales como envases, empaques, embalajes, piezas de madera, papel, vidrio, metal y plástico, entre otros.

3.3.2.- Difusión y formación de promotores ambientales para la gestión integral de los residuos sólidos.

Debido a la importancia que tiene la gestión integral de los residuos sólidos, en la contención del deterioro ambiental, así como en la salud pública, la difusión de sus principales aspectos debe constituir una acción permanente tanto del gobierno del estado como de los ayuntamientos. Dos aspectos son esenciales en esta difusión: por una parte, el carácter obligatorio de la separación de los residuos desde el sitio en que se generan, su recolección y disposición final, y por otra, la orientación hacia un consumo responsable que se traduzca en menores volúmenes generados de residuos.

Para ello se podría disponer de tiempos oficiales los medios de comunicación públicos, como el Sistema Michoacano de Radio y Televisión, el sistema de radios indigenistas y comunitarias, así como Radio Nicolita. Resultan también de gran utilidad para éste objetivo las páginas de Internet del gobierno del Estado y de los municipios, así como de instituciones públicas y privadas de educación, en Radio Michoacán y Tele Michoacán, periódicos de circulación estatal, páginas de Internet y publicación de carteles distribuidos en los municipios que conforman la Cuenca.

La formación de promotores ambientales para la gestión integral de los residuos sólidos, constituye la estrategia fundamental de participación social en éste programa. Principalmente por medio de la capacitación a jóvenes estudiantes del sistema de educación medio superior, es posible replicar, a nivel domiciliario, el conocimiento esencial para un consumo responsable, así como las prácticas de separación, rehúso, reciclado y valorización de los residuos sólidos, en la perspectiva de construir una cultura ciudadana de respeto por el medio ambiente.

3.3.3.- Planes de Manejo de Residuos Especiales

Gran parte de los residuos que se generan en los lugares de concentración masiva son residuos sólidos urbanos y el resto han sido clasificados como peligrosos, ya sea porque contienen sustancias corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables. De conformidad con la nueva legislación, las alternativas para prevenir los riesgos de los residuos al ambiente y la salud incluyen la prevención de su generación, así como su valorización: reutilización,

reciclado o co-procesamiento energético o de otra índole, tratamiento: físico, químico, biológico o térmico y su disposición final ambientalmente adecuada, económicamente viable, tecnológicamente factible y socialmente aceptable.

Entre los cuellos de botella que limitan la valorización y el manejo integral y ambientalmente adecuado de los materiales potencialmente reutilizables o reciclables y de los residuos no valorizables, se encuentran:

- La falta de una cultura de la separación de los distintos materiales que componen los residuos que son susceptibles de valorización.
- La falta de sistemas eficientes de recolección selectiva de materiales valorizables.
- La falta de inventarios de comercializadores y recicladores de materiales valorizables.
- La debilidad de los mercados del reciclado/escasez de compradores de materiales reciclados.
- Las limitaciones legales al aprovechamiento de la energía obtenida a partir de materiales con alto poder calorífico contenidos en los residuos o del biogás generado a partir de los residuos orgánicos putrescibles.
- Las barreras burocráticas al intercambio de subproductos o reciclado de residuos (particularmente los clasificados como peligrosos).

Entre las oportunidades que se vislumbran para el éxito de los planes de manejo destinados a la recuperación del valor de los materiales contenidos en los residuos y a la minimización de los que se destinan a disposición final, se encuentran:

- Las bases legales para que las dependencias gubernamentales, que se encuentran entre los más grandes consumidores y promotores de obra pública, implanten sistemas de manejo ambiental, a través de los cuales orienten sus políticas de adquisiciones a la compra de materiales y bienes reciclados o reciclables, incentivando los mercados del reciclado.
- La posibilidad de vender bonos de carbono, en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Convenio de Cambio Climático, en instalaciones en las cuales se aproveche el metano generado por los residuos orgánicos putrescibles (como excreta

animal, restos de alimentos, bagazo y jardinería) como fuente de energía; lo que constituye una triple ganancia (venta de bonos y energía, y reducción de costos en el manejo de estos residuos y de sus impactos al ambiente).

- El establecimiento o fortalecimiento de cadenas productivas que son fuente de negocios y empleo.

En la actualidad 14 municipios del Estado han iniciado programas de recolección selectiva, Pátzcuaro es uno de ellos, sin embargo, la finalidad de hacer más eficientes los servicios de recolección y disposición final deben fortalecerse, así como los sistemas de recolección diferenciados por tipo de residuos y día de la semana, en los que por lo menos tres días se recolectaran únicamente residuos orgánicos, dos días sanitarios y los otros dos, separables. O bien, de otra parte, adoptar transportes con tres compartimentos, uno por cada tipo de residuos. Para lograr eficiencia en éste sentido, es necesario aplicar multas y sanciones tanto a los generadores que no entreguen los residuos debidamente separados, como a aquellos recolectores que no cumplan con la obligación de la recolección selectiva o separada, así como su disposición final.

Según datos proporcionados por los encargados de aseo público municipal en el Estado, a partir de los Planes de Regularización, el personal que se encarga de los servicios de limpia es de un total de 2,784 trabajadores, de ellos 2,248 son de base, es decir sindicalizados, 300 eventuales, contratados con programas de Empleo Temporal y 200 administrativos.

Por otra parte, el parque vehicular de que disponen los municipios para la recolección de los residuos sólidos consta de 600 camionetas, 305 camiones de volteo, 20 mini recolectores, 15 camiones de carga trasera y ocho de carga frontal, los cuales resultan insuficientes para realizar una recolección eficiente de los residuos sólidos. Asimismo, para la disposición final se utilizan 321 tiraderos a cielo abierto, de los cuales 214 deberán ser clausurados y remediados y 107, serán rehabilitados para que operen de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-083- 2007, asimismo se cuenta con dos rellenos sanitarios y un tiradero controlado, de lo que se concluye que los riesgos de contaminación y transmisión de enfermedades producto de una gestión deficiente de los residuos sólidos son altos.

3.4.- Acuerdos de Asociación Intermunicipal.

Con la finalidad de facilitar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, así como disminuir los costos de construcción y operación de sitios de disposición final, se impulsan acuerdos de coordinación intermunicipal, para la construcción y operación de Centros Intermunicipales para el Tratamiento Integral de los Residuos Sólidos, CITIRS, por sus siglas. Los CITIRS constituyen sistemas integrales de gestión y manejo de los residuos sólidos conformados por centros de transferencia o valorización para la separación mecánica o manual de residuos con valor en el mercado como vidrio, plásticos, metales, papel, cartón y Pet, plantas de composteo, rellenos sanitarios, lagunas de lixiviados y biodigestores para la captura de gas metano. Se visitó el CITIR de Pátzcuaro, para evaluar su estado actual.

4.- RESULTADOS

4.1.- Volúmenes de residuos sólidos generados

Los centros urbanos en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, concentran volúmenes considerables de población, servicios e infraestructura, a su vez, un gran número de asentamientos se dispersan a lo largo del territorio estatal, en donde se registra una significativa proporción de población en condiciones sumamente precarias, en localidades pequeñas, dispersas y aisladas que dificultan el aprovechamiento de las economías de escala de los servicios básicos, de la infraestructura y el equipamiento de carácter público, mismos que por razones de costo-beneficio tienden a concentrarse en las áreas urbanas. Esta situación crea una correspondencia entre el tamaño pequeño de los asentamientos y la carencia de los servicios básicos, situación que repercute negativamente en la disposición final de los residuos sólidos y la consiguiente proliferación de tiraderos a cielo abierto en cañadas, barrancas y a pie de brechas y carreteras.

MUNICIPIO	Clav e	Población Total	Población Urbana	% La población Total	Población rural	%de la Población Total
Erongarícuaro	32	13060	2521	19	10539	81
Pátzcuaro	66	79868	58592	73	21276	27
Quiroga	73	23391	17656	75	5735	25
Tzintzuntzan	100	12259	6799	55	5460	45

Tabla 1.- Población de los municipios de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

El cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, implica la elaboración de instrumentos de control y seguimiento sobre la situación particular en que se encuentra el manejo de los residuos sólidos municipales, tal es el caso de las Guías de Verificación, las Listas-Dictamen y los Planes de Regularización de los Sitios de Disposición Final.

MUNICIPIO	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Toneladas/Día/
Erongarícuaro	7.9
Pátzcuaro	75.9
Quiroga	19.5
Tzintzuntzan	64.1

Tabla 2.- Generación de residuos en los municipios de la cuenca del Lago de Pátzcuaro

La composición de los residuos sólidos urbanos refleja el predominio de las actividades agropecuarias y de servicios en la entidad, así como el proceso de urbanización de la población, aproximadamente 50.7% de los residuos generados son orgánicos, 25.2% separables y el restante 24.1 % corresponde a los sanitarios.

Dadas las características de los residuos, con un elevado índice de materia orgánica que pudiera transformarse en composta, asimismo destaca que una cuarta parte de los residuos, los caracterizados como separables, que son susceptibles de valorizarse en mercados, sobre todo los plásticos, Pet, cartón, papel, vidrio y metales, de tal manera que sólo el restante 24.1%, menos de 40 toneladas/día, son las que deberían confinarse en sitios de disposición final.

Un aspecto de primordial importancia en éste diagnóstico, se refiere al potencial impacto de la contaminación al agua, suelo y aire por el manejo inadecuado de los residuos sólidos que tiene una peculiar distribución territorial respecto a la dinámica de los escurrimientos superficiales.

La Cuenca del Lago de Pátzcuaro, como uno de los cuerpos interiores de agua del Estado de Michoacán, presenta un riesgo potencial de contaminación por la generación de más de 114.59 ton/día lo que equivale al 3% del total que se genera en Michoacán que son 3486.3 toneladas diarias de residuos sólidos y la Meseta Purépecha produce aproximadamente 340 toneladas-día, 10% por ciento del total, que contaminan al río Cupatitzio.

4.2.- Capacidad e infraestructura para disposición final de los residuos sólidos.

Se estima que en los Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, los servicios municipales de limpia recolectan diariamente el 75.47% (86.48 ton) de los residuos, por otra parte, el 9.26% (10.61 ton) es recolectado por pepenadores o recolectores informales y el 15.26% (17.48 ton) de los residuos, no son recolectados.

De los cuatro municipios que conforman la Cuenca, Pátzcuaro, Erongarícuaro, Tzintzuntzan y Quiroga, solamente Pátzcuaro cuenta con CITIRS, cuya creación suponía que 128 578 habitantes gozarían de sistemas integrales de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, asimismo se podría hacer una disposición final de ellos, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana- SEMARNAT-083-2003. Sin embargo los Municipios de Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan, continúan realizando la disposición final de los residuos en sitios no adecuados para ese fin, a esta situación habría que agregar la necesidad de promover la cultura ambiental.

Los Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, cuentan con vertederos, para la disposición final de la basura, el método que se utiliza es depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día.

Los vertederos de Erongarícuaro, Tzintzuntzan, Quiroga y Pátzcuaro se construyeron con el método de área, se puede utilizar tanto en terrenos planos como en el caso de Pátzcuaro para rellenar depresiones como en el caso de Tzintzuntzan y Quiroga. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o lugares próximos al vertedero.

La basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones.

4.2.1.- Tzintzuntzan

El relleno sanitario de Tzintzuntzan mide entre 12000 y 14000 metros cuadrados aproximadamente, con unos 10 metros de alto, se percibe menos el mal olor, se recogen unas 15 toneladas que vienen del municipio y las tenencias, Ihuatzio, Cucuchucho, Granjeros, algunos ranchos, teniendo un calendario de recolección, en algunos ranchos el camión va cada semana, dependiendo de las necesidades de cada población. El relleno colinda con un conjunto de casas que en su mayoría están deshabitadas o en proceso de construcción. Se dice que los vecinos desaprueban la existencia del relleno y que manifiestan el deseo de su reubicación. Se desconoce cuánto tiempo lleva en funcionamiento.

Se comenta que es usual que los residuos sanitarios se quemen en las casas y que en comunidades como Granjeros el vidrio ya no se tira. Los residuos separados con valor agregado son recogidos por la recicladora Estrella de Pátzcuaro.



Figura 5.- Relleno sanitario de Tzintzuntzan

4.2.2.- Quiroga

El relleno consta de entre unos 1700 a 1900 metros cuadrados, tiene una profundidad de alrededor de 50 metros, se percibe un olor intenso y desagradable, así como la proliferación de insectos.

La basura se esparce, compactada y recubre diariamente con una capa de 10 a 20 cm, de tierra, colinda con un pequeño cerro que en sus faldas tiene una zanja cuya función es que el agua limpia corra para evitar su paso por el relleno, sin embargo, no funciona y los lixiviados son arrastrados por el agua que baja, contaminando el Lago de Pátzcuaro. El relleno tiene 25 años, y se cree que ya cumplió su periodo por lo que ya se hacen las acciones necesarias para que se cierre, la idea es cubrirlo con alrededor de 400 a 500 viajes de tierra.



Figura 6.- Relleno sanitario de Quiroga.

4.2.3.- Erongaricuario

Se cuenta con un relleno sanitario, diseñado conforme a la NOM, se localiza al noroeste del pueblo, próximo al campo deportivo. Se tenían problemas en la rampa de entrada y las bardas laterales ya que se estaban derrumbando, además falta una bomba para regresar los lixiviados, se realizaron las observaciones correspondientes y ya está funcionando correctamente.

Por lo que se continúa utilizando el tiradero, ahí se depositan de 6 a 7 toneladas, la recolección en la cabecera municipal y tenencias, es lunes, miércoles y el viernes. Los días miércoles solo recolectan reciclables.



Figura 7.- relleno sanitario Erongaricuario



Figura 8.- Tiradero de basura Erongaricuario

4.2.4.- Pátzcuaro

En el caso del CITIRS de Pátzcuaro esta concesionario a particulares. Centro proyectado para quince años y lleva once en funcionamiento, tiene una extensión de 5 hectáreas con una profundidad de 20 a 25 metros. No han tenido incidentes de explosiones ni incendios ya que no reciben toda clase de residuos, como lo hace Quiroga.

En un principio la idea era que todos los municipios cercanos llevarán sus residuos, situación que no fue posible, sin embargo, llegan alrededor de 90 a 95 toneladas diarias procedente de los Municipios de Huiramba, Escalante, Acuitzio, Villa Madero, Acuitzio y Tingambato. Únicamente de Pátzcuaro llegan una 10 tonelada diaria, de entre diez y quince unidades que escogen la basura.

Se señala que la separación de los desechos lo hacen directamente los concesionarios a la vez que recorren las colonias de Pátzcuaro y en algunas escuelas se hace separación y reciclaje, algunos particulares recolectan residuos separados, sin embargo, en lo general hay poca separación

En el relleno sanitario no hay pepenadores, se cuenta con una planta de selección, no hay planta de tratamiento, aunque hay camiones que prensan el material, tienen cinco máquinas.

Se comenta de campañas que se tenían hace algunos años, con colaboraciones de escuelas, y los convenios con recicladoras de pet, que se tenían cuando comenzó el CITIRS y que concluyeron por no ser redituables.

Se reconoce la necesidad de hacer actividades como los reciclatores, y el éxito que tuvieron hace algunos años, cuando se reunían hasta 8 toneladas de materiales. Así como las ventajas que podrían traer diplomados y capacitaciones con las escuelas, actividades que hacía hace cinco años el CITIRS, una empresa socialmente responsable. Asimismo se reconoce la imperiosa necesidad de que se unan los municipios para formar un equipo coordinado



Figura 9.- CITIRS de Pátzcuaro

El relleno sanitario que más se acerca al cumplimiento de las normas técnicas es el de Pátzcuaro, que tomó en cuenta la topografía y el nivel en que se encuentran las aguas subterráneas. Pero su problema fundamental es que ya lleva más de 6 años que su vida útil ya llegó a su término, por lo que se requiere clausura conforme a NOM, y diseñar otro vertedero. Además de regresar los lixiviados y tener chimeneas para los gases generados.

Requisito	Pátzcuaro	Erongaricua ro	Quiroga	Tzintzuntzan
Buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.	Buena compactación	Mala compactación	Mala compactación	Mediana compactación
Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar	Se tapa cada 4 metros, con tierra de bosque.	Se cubre con tierra del mismo lugar	Cada 4 metros de basura se agrega una capa de tierra de arcilla como de 20 cm.	Cada 4 metros se agrega una capa de 20 a 30 cm de grava.
Control con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno.	Cuentan con medidas para la salida de gas.	No se cuenta.	Tienen salidas de gases que llaman "chacuacos"	Se controlan los gases con el uso de grava que permite su salida.
Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.	Se procura evitar , sin embargo en ocasiones llega a ingresar.	El cauce de agua baja de la loma con la que colinda el relleno y el agua se contamina.	El cauce de agua baja de la loma con la que colinda el relleno y el agua se contamina.	Se construye una barda para que los líquidos no se vayan al "escurridero".
Supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales	Existe supervisión constante.	No hay supervisión constante.	No existe, el encargado administra el relleno.	No existe supervisión constante, asiste una familia que se dedica a la pepena.

Tabla 3.- Evaluación del funcionamiento de los Rellenos Sanitarios de los Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

A pesar de la construcción del CITIRS en Pátzcuaro, la adquisición de camiones para el transporte de residuos sólidos y la instalación de centros de acopio de reciclables en cada uno de los municipios (Tzintzuntzan, Quiroga, Pátzcuaro y Erongaricuaró), no se han tenido los mejores resultados para enfrentar el grave problema del manejo y disposición de los residuos sólidos.

Por otra parte, el incremento del comercio ambulante y la ocupación informal de los espacios públicos que se agudizan en algunas ciudades, tiende a hacer más críticos los problemas de la limpieza pública. La recolección y pepena informal, sin ningún control sanitario, se practica en las puertas de las casas, en las calles, en los vehículos colectores, tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios.

Son notables los riesgos ambientales que se producen provocados por los tiraderos clandestinos, ya que no cuentan con los controles necesarios para minimizar los riesgos al ambiente, esto sin duda alguna, favorece el desarrollo y crecimiento de fauna nociva y el escape sin control de agentes contaminantes al ambiente, lo cual genera la contaminación del agua, suelo y aire, debido principalmente a la fuga de biogás y lixiviados cuyo origen son los tiraderos a cielo abierto.

Algunas de las enfermedades que se registran en las unidades sanitarias y que están directamente relacionadas con el manejo inadecuado de los residuos sólidos son: sarna, pediculosis, ascariasis, hepatitis, virósica, toxoplasmosis, diarrea aguda, fiebre tifoidea y poliomiелitis, entre otras.

Podrían también nombrarse aquellas patologías, como la tuberculosis y el asma, adquiridas por vía respiratoria y que, en conjunto, constituyen los trastornos más frecuentes provocados por el contacto directo con los residuos sólidos, que tienen las personas que viven en las inmediaciones de los tiraderos a cielo abierto o en áreas muy próximos a ellos.

4.3.- Análisis foda

Para la toma de decisiones, Respecto al Manejo de los Residuos Sólidos de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se consideró pertinente realizar un análisis FODA, que constituye un sistema que proporciona ejecutar estrategias adecuadas.

FODA es una sigla que significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Es el análisis de variables controlables (las debilidades y fortalezas que son internas de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad), y de variables no controlables (las oportunidades y amenazas las presenta el contexto y la mejor acción que es posible tomar con respecto a ellas es preverlas y actuar a nuestra conveniencia).

En tal sentido, el FODA es una herramienta de análisis estratégico, que permite analizar elementos internos del contexto y por tanto controlables, tales como fortalezas y debilidades, además de factores externos al mismo y por tanto no controlables, tales como oportunidades y amenazas. El objetivo de esta herramienta es ayudar a diagnosticar para, en función de ello, poder pronosticar y decidir las acciones y estrategias adecuadas.

El Análisis FODA fue realizado en la Primera Reunión para la integración del Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, organizada por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Consejo Nacional del Agua, en la Ciudad de Pátzcuaro, Michoacán, se anexa lista de asistentes (Anexo 1).

Las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades se enlistan a continuación:

FORTALEZAS

- Leyes y reglamentos que ya se tienen
- Instituciones para la capacitación y fortalecimiento (CREDES, SEMARNAT, CONAFOR, COFOM, SEDRU, CDI, SEP)
- Infraestructura existente
- Equipo material y humano existente
- Acuerdos políticos para la toma de decisiones por el Ayuntamiento

INGENIERIA QUIMICA

- Existencia de sitios de disposición final en los 4 municipios
- Existencia de CITIRS
- Existencia de buenos programas ambientales
- Normas ambientales
- Conformación de Consejos de Ecología (locales y estatales)-Pátzcuaro
- Existencia de COEECO y del INE
- Comisión de Cuenca
- Presencia de Instituciones Académicas

OPORTUNIDADES

- Formulación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos
- Uso adecuado de obtención de recursos económicos de los materiales finales para la operación de la organización
- Mejor calidad de salud y bienestar social
- Capacitación de uso adecuado y manejo de solventes y de residuos de manejo especial/ Programa de sensibilización o concientización del daño que causan
- Campañas informativas en medidas de comunicación masiva
- Personal capacitado o con perfil
- Entorno ecológico agradable
- Pueblo mágico limpio
- Instituciones Educativas
- Interés de los actores para desarrollar el Plan Integral de Manejo Ambiental
- Lugares turísticos y culturales
- Clima
- Activar la economía
- Reconocimiento Internacional a la Cuenca
- Reforestación de la cuenca

DEBILIDADES

- No hay buena reglamentación

- Hay buena reglamentación pero no se aplica- Pátzcuaro
- Pésimo funcionamiento de plantas tratadoras (personal e infraestructura)
- Falta de difusión y concientización
- Falta de voluntad política
- Falta de conocimiento de operatividad de las funciones del personal
- Inadecuado procesamiento final de los residuos
- Insuficiente equipo para la recolección de los residuos
- Malas condiciones de unidades recolectoras existentes
- Falta de supervisión del proceso y del personal
- Falta de aplicación de procedimientos internos
- Insuficiencia presupuestal
- Falta de cultura de la tecnificación de los residuos sólidos
- Mala educación de la separación de residuos sólidos
- Malos hábitos
- No hay ruta adecuada para la recolección de residuos separados
- No hay unidades adecuadas para la recolección de residuos separados
- Faltan estrategias para el manejo de los recursos
- Mala planeación de los directivos
- Falta de respeto de la autonomía de las direcciones
- Falta de perfil en direcciones
- Falta de voluntad en el desempeño del trabajo de las direcciones
- Falta de reconocimiento de la reglamentación
- Falta de consejos de ecología (Tzintzuntzan, Quiroga y Erongarícuaro)
- Falta de gestión ante instituciones
- Mal diseño de vertederos para residuos sepultables
- Faltan contenedores de separados

AMENAZAS

- Intereses particulares
- Sindicato
- Contaminación- agua suelo, aire

- Crecimiento poblacional
- Políticos en campaña
- Corrupción
- Disolución de los consejos y direcciones
- Deforestación (Ej. Comunidad de Los Tanques)
- Incendios
- Sembradíos de Aguacate
- Sitio del vertedero de Quiroga y uso de químicos solventes – cáncer-
- Turismo
- Generación de basura por campañas políticas

De las fortalezas se desprende la importancia que representan las instituciones como CREDES, SEMARNAT, CONAFOR, COFOM, SEDRU, SEP, COEECO, INE, e Instituciones Académicas como la UMSNH, así como lo significativo que es contar con recursos humanos y tener la capacidad de organizarse en Consejos y Comisiones y consensuar acuerdos que beneficien a la región. así también destaca la apreciación de la infraestructura, materiales existentes.

Las debilidades por su parte, apuntan a que la percepción es que las instituciones tienen deficiencias en administración y organización de recursos humanos y financieros, debido a la no aplicación de leyes y reglamentos o a la falta de respeto de los mismos. Asimismo, se percibe una subutilización de la infraestructura existente, como las plantas tratadoras o las unidades vehiculares recolectoras como consecuencia de la mala administración. Asimismo se percibe la falta de conocimiento, por parte de algunas autoridades de los procedimientos operativos de la recolección separada de la basura y carencia de una cultura ambiental al respecto por parte de la población.

Las oportunidades y amenazas, que se refieren al entorno externo, apuntan a que existe un patrimonio cultural y natural invaluable, que desafortunadamente tiene un alto grado de alteración, que hace falta conservarlo y aprovecharlo de manera adecuada, para modificarlo en vías de la sustentabilidad. Se reconoce que existe contaminación de suelo, agua, aire, incendios, deforestación (en gran parte para reutilizar el suelo para la el cultivo de

aguacate), y una gran generación de basura, mayor aún en tiempos de campañas políticas. Asimismo se percibe corrupción en algunas autoridades municipales y sindicales, específicamente por atender intereses personales por sobre los de la población. Se vislumbra poder aprovechar las formales para llevar acciones ambientales que beneficien económica y ecológicamente a la zona y exista un avance socio ambiental. Se confía en el apoyo de las instituciones y organizaciones existentes para mejorar la educación ambiental, el turismo, la gestión y administración de recursos económicos y humanos.

La realización de este análisis, se pudo determinar de forma objetiva, en que aspectos el manejo de los residuos tiene ciertas ventajas en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, respecto a su adecuado manejo y en qué aspectos necesita mejorar para poder ser competitiva. Las fuerzas y debilidades internas, sumadas a las oportunidades y amenazas externas, son la bases para establecer las estrategias y acciones a seguir.

4.4.- Estrategias y acciones

La contención del deterioro ambiental constituye uno de los ejes estratégicos de política ambiental, cuya finalidad es crear las condiciones y capacidades institucionales, sociales, económicas, políticas y culturales para frenar y revertir los efectos negativos de las actividades humanas en la calidad del aire, las fuentes locales de abastecimiento de agua, así como de la contaminación al suelo, agua y aire ocasionada por la disposición final inadecuada de los residuos sólidos.

A partir de la gestión integral de los residuos sólidos, es posible reconstruir con claridad, el marco de relaciones complejas que, desde el momento del consumo, hasta la disposición final de los desechos de productos consumidos, contribuyen en su manejo inadecuado. Así, es necesario el consumo responsable, tanto por parte del productor, como del consumidor final, lo mismo que mediante el compromiso social de quien distribuye y pone a la venta una masa incalculable de productos en el mercado, pasando por una administración municipal eficiente y responsable con la normatividad, la promulgación de reglamentos, el financiamiento y el control de la calidad del trabajo y la planificación, hasta llegar por medio de la educación y

promoción ambiental a la responsabilidad ciudadana, se hace posible el diseño estratégico de sistemas de diagnóstico y monitoreo de todas las actividades.

<u>ESTRATEGIA</u>	<u>ACCIONES</u>
<p><u>Revisar el estado actual y de funcionamiento de las tecnologías de disposición final.</u></p>	<p>Clausura del sitio de disposición final actual (tiradero) de Quiroga y construcción de un Relleno Sanitario conforme a la NOM.</p>
	<p>Utilización del Relleno Sanitario de Erongarícuaro, una vez que se termine su arreglo.</p>
	<p>Realización de estudios de impacto de los rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto de la Cuenca.</p>
	<p>Validación del sitio de disposición final.</p>
	<p>Definición, en su caso, de la ubicación de centros de transferencia.</p>
	<p>Ajuste del funcionamiento del CITIRS de Pátzcuaro, para los cuatro Municipios que conforman la Cuenca, acuerdo a las características y los volúmenes de disposición final.</p>

Dada la importancia, así como el cumplimiento de la legislación vigente se propone desarrollar y revisar de manera permanente las siguientes estrategias y líneas de acción:

<u>ESTRATEGIA</u>	<u>ACCIONES</u>
<p data-bbox="269 772 618 1024"><u>Fortalecimiento de las Instituciones y sus capacidades para la gestión integral de los residuos sólidos.</u></p>	Integración de las Guías de Verificación para el cumplimiento de la NOM- 083-SEMARNAT-2003, de cada uno de los sitios de disposición final.
	Diagnóstico sobre el manejo de los residuos sólidos por municipio.
	Diseño de los Planes de Regularización de los sitios de disposición final.
	Revisión y actualización de los reglamentos municipales de Aseo y limpieza
	Emisión de los resolutivos de los Planes de Regulación de los sitios de disposición final
	Diseño de mecanismos de difusión para reducir la generación de residuos sólidos
	Firma de acuerdos de asociación intermunicipal para resolver el problema
	Diseño y establecimiento del Sistema de Registro de Emisores de Residuos
	Subir los formatos con sus guías a los portales de las autoridades estatales y municipales.
	Formular y ejecutar los planes de manejo de los residuos de las propias dependencias gubernamentales municipales, lo que implicará su promoción en los sectores privado y social.

<u>ESTRATEGIAS</u>	<u>ACCIONES</u>
Llevar a cabo acciones de educación y capacitación.	Desarrollo de talleres de acciones para fomentar el conocimiento y compromiso ciudadano para actuar positivamente ante la problemática del manejo de los residuos sólidos.
	Realizar un curso-taller para proporcionar la información básica para iniciar la implantación de los planes de manejo.
	Evaluar los resultados del proyecto de implantación de los planes de manejo

<u>ESTRATEGIAS</u>	<u>ACCIONES</u>
<u>Formación de alianzas sinérgicas.</u>	.Establecer convenios, redes y alianzas con actores/sectores claves que apoyen la implantación de los planes de manejo en sus respectivos gremio.
	Establecer convenios, redes y alianzas con instituciones educativas que establezcan sus propios planes de manejo y apoyen a otros sectores a desarrollar los suyos a través de sus estudiantes
	Establecer mecanismos para registrar las experiencias derivadas de la implantación piloto de los planes de manejo.
	Difundir los resultados

4.5.- Seguimiento al Plan de Manejo

Ya que se ha establecido el Plan de Manejo Propio, es necesario incentivar a que identifique formas innovadoras, baratas, efectivas y fáciles de reducir la cantidad de residuos que genera, aumentar el aprovechamiento de los residuos valorizables y reducir la cantidad y los costos de los residuos que se envían a disposición final, con base en los principios de realidad, gradualidad y flexibilidad, se considera que lo más simple es contar con un formato a llenar para tal fin.

Al diseñar el formato del Plan de manejo de Residuos, es preciso tener en cuenta aspectos como los siguientes:

- El objetivo del Plan es motivar la reducción de la generación y la valorización de los residuos, para reducir a un mínimo la cantidad que se disponen en los rellenos sanitarios.
- La información que se solicite deberá ser la indispensable para determinar las formas de manejo del volumen total de residuos que se generan y su destino final ambientalmente adecuado, para contar con datos que permitan conocer si se está cumpliendo el objetivo del Plan. En el caso de que la misma información se esté solicitando por otros medios, se deberá unificar la forma de reporte y eliminar duplicidades innecesarias.
- La información que se solicite a las empresas comercializadoras o recicladoras de materiales valorizables contenidos en los residuos, será exclusivamente la que permita determinar si se está incrementando el volumen de aprovechamiento de los mismos, especificando los tipos y volúmenes de materiales comercializados (más no de quién se reciben o a quién se venden).
- El seguimiento del manejo de los residuos desde su fuente generadora, hasta su disposición final, tratándose de grandes generadores de residuos, se hará a través de manifiestos de entrega-transporte-recepción.

- Será preciso contar con un programa de cómputo para procesar los formatos codificados, los cuales se llenarán por medios electrónicos, a fin de facilitar su registro y el procesamiento de los datos contenidos en ellos para elaborar estadísticas que permitan evaluar el desempeño de la gestión de los residuos.
- Se requerirá formular guías o instructivos para el llenado de los formatos y brindar asistencia técnica y/o capacitación para tal fin, en el marco de una campaña para difundir la nueva legislación y la obligación de formular planes de manejo de residuos que deriva de ella.
- Se deberán realizar proyectos piloto para probar los formatos, en los que intervengan representantes de los particulares obligados a llenarlos, a fin de irlos ajustando a las necesidades y facilitando su aplicación.

En el **Anexo 3** sugieren los datos a solicitar en el formato de Plan de Manejo a generadores industriales de residuos sólidos, las Guías o Instructivos para el llenado de los formatos del Plan de Manejo.

Los indicadores que permitirán que se determine si el Plan de Manejo es sustentable y exitoso son:

1. La reducción en la cantidad total de residuos generados.
2. El incremento en la cantidad de residuos valorizados.
3. La eliminación de la fauna nociva en los sitios en los que se manejan residuos.
4. El incremento del aprovechamiento del biogás generado por los residuos orgánicos.
5. La eliminación y/o control de lixiviados.
6. La reducción de niveles de contaminantes y de sitios contaminados en lugares en los que se manejan residuos.
7. La reducción de exposición de seres humanos y organismos de la biota a contaminantes liberados por los residuos.
8. Los beneficios económicos que deriven de ellos para los generadores
9. Los beneficios económicos que deriven para las empresas que participan en los mercados del reciclado

10. Los beneficios económicos que deriven para los servicios de limpia y aseo urbano
11. El incremento de acciones en las que intervienen los ciudadanos de manera informada y organizada
12. La opinión pública y de los involucrados sobre las mejoras percibidas en el manejo y aprovechamiento de los residuos

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- Los planes de manejo incluyen beneficios económicos para los generadores que los desarrollan, para los servicios municipales que verán disminuir la presión que ejercen los volúmenes considerables de residuos que manejan y los limitados recursos para su disposición final, así como para quienes participan en las cadenas del reciclaje, y finalmente para el ambiente y la sociedad.
- Al planificar el desarrollo de la estrategia y de las acciones para impulsar la implementación de los planes de manejo, a nivel municipal o estatal, deberán tenerse presentes metas realistas, y un número de acciones que sean viables para su ejecución en el periodo del que se disponga.
- El Municipio que inicie la planificación correspondiente, lo deberá de hacer de manera coordinada con las autoridades estatales, dado que éstas por tener una duración de su gestión de seis años, podrán alentar que se prosiga el proceso hasta su consolidación.
- Definir a que grandes generadores de residuos impulsar primero a implantar sus planes de manejo (por ejemplo, entidades educativas, sector comercial o de servicios, a través de sus asociaciones o cámaras)
- Definir a qué organizaciones civiles o no gubernamentales se puede convocar para que participen como aliadas en la promoción de la implantación de los planes de

manejo (por ejemplo, Núcleos Técnicos de la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos, redes de educadores y promotores ambientales)

- Conocer la capacidad instalada existe en el municipio para la comercialización y reciclado de residuos o la elaboración de composta o biogás y cómo estimular la creación de la faltante (como estrategia inicial se podría organizar un foro de reciclaje para alentar a las empresas involucradas a darse a conocer)
- Definir las actividades de difusión de información, de educación y/o capacitación habrá que realizar para involucrar a todos los actores y sectores en el desarrollo de los planes (las cuales podrían organizarse con el apoyo de las organizaciones no gubernamentales, cámaras, asociaciones y otros interesados)
- Determinar las acciones se pueden incluir en un programa preliminar para la prevención y gestión integral de los residuos a nivel municipal.
- Las estrategias de manejo de residuos sólidos, deben ser acompañada de un proceso de monitoreo y evaluación que incluya criterios participativos de observación e indicadores de carácter ambiental, económico y social, orientados a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas. De manera que se puedan establecer medidas apropiadas de protección y conservación del patrimonio natural, contención del deterioro ambiental y aprovechamiento de recursos naturales, sin que las generaciones futuras se vean comprometidas.
- Se deben implementar medidas operativas de manejo, por ejemplo, de consumo productivo responsable por medio de la reducción o sustitución de insumos y energía, rediseño de productos y procesos, valorización, recuperación, reusó y reciclaje, entre otras, que permitan prevenir y disminuir, la generación de residuos sólidos y con ello su potencial de causar contaminación al ambiente o afectaciones al ser humano.

- El manejo de los residuos requiere de enfoques multifactoriales, así como del uso de tecnologías de disposición final efectivamente probadas, con la finalidad de evitar la transferencia de contaminantes de un medio físico a otro: suelo, subsuelo, cuerpos superficiales de agua, mantos freáticos, acuíferos y atmosfera.
- La infraestructura y el equipamiento son necesarios para asegurar que los residuos sólidos que se generen, se manejen de manera ambientalmente adecuada en los municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.
- Propiciar el desarrollo tecnológico para procesos de producción limpia, que benefician la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos en la industria, servicios, comercios y población.

5.2.- Recomendaciones

- Promover la educación y capacitación que implica fomentar el conocimiento y compromiso ciudadano ante la problemática del manejo de los residuos sólidos, la promoción para la formación de especialistas e investigación en la materia, una cultura de consumo responsable, así como la minimización en la generación y manejo integral en los residuos sólidos.
- Asegurar que en el diseño, desarrollo, ejecución, evaluación y vigilancia de los sistemas de manejo integral los residuos sólidos, por lo que debe promoverse la participación y compromiso corresponsable de la sociedad.
- Debe de aplicar la responsabilidad compartida como parte fundamental. El reconocimiento de que corresponde tanto al gobierno como a la sociedad, los productores y prestadores de servicios, la responsabilidad en el manejo efectivo de los residuos sólidos con el fin de proteger el medio ambiente y la salud.
- Las personas, entidad colectiva e institución pública o privada, tienen responsabilidad sobre sus propias acciones hacia el ambiente y los impactos. Por lo que se debe asumir

los costos derivados por los impactos ambientales y la obligación de reparar o restaurar los sitios, procesos o ciclos naturales que han sido impactados.

- Debe prevalecer la congruencia de las políticas públicas ambientales de prevención y control de la contaminación del suelo a causa del manejo inapropiado e incontrolado de los residuos sólidos, calidad del aire y el agua con aquellas encaminadas al manejo integral de los residuos sólidos en La Cuenca.

6.- FUENTES CONSULTADAS

- Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión de México (8). «Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos». Diario Oficial de la Federación.
- http://www.elecologista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=92:residuos-peligrosos&catid=13:boletines&Itemid=13.
- http://www.giresol.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=2047:ley-general-para-la-prevenci%C3%B3n-y-gesti%C3%B3n-integral-de-los-residuos&Itemid=43.
- http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/08_residuos/imagenes/res_3b.gif
- Elaboración propia con datos de: SEDESOL. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.
- SEDESOL. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.
- SEDESOL. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005. Elaboración propia con datos de:SEDESOL Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2004.
- CONAPO. Proyecciones de la población de México 2000-2050. Indicadores demográficos, 2000-2030. México. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm>
- semarnat.gob.mx
- SEMARNAT. Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en Michoacán de Ocampo. 2008. 54pp.

ANEXOS

ANEXO 1

**FUNDAMENTO LEGAL QUE REGULA LA PREVENCION Y GESTION
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.**

FUNDAMENTO LEGAL

- Las disposiciones jurídicas de orden federal que regulan la prevención y gestión integral de los residuos sólidos están establecidos en:
- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fracción III del artículo 115, asimismo, la fracción XXIX-G del artículo 73,
- La Ley general del Equilibrio Ecológico, Capitulo Cuatro, sobre la prevención y control de la contaminación del suelo.
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de manera particular el Titulo Segundo en donde se establece la distribución de competencias, así como las atribuciones de los tres órdenes de gobierno.
- El Reglamento de la ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- La Norma Oficial Mexicana-083-SEMARNAT-2003 (NOM-083-SEMARNAT- 2003).

La Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos es la máxima ley en el territorio de México en materia de gestión de residuos, esta ley abarca la gestión tanto de residuos no peligrosos sólidos urbanos como la gestión de los residuos peligrosos, considera además una tercera clasificación de residuos denominados residuos de manejo especial y está basada en el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente. Fue promulgada el 8 de octubre de 2003 durante la presidencia de Vicente Fox Quezada.

El principal antecedente para esta ley es la Ley General del equilibrio ecológico y protección al ambiente publicada en 1988, en la cual ya se mencionan algunas de las funciones que contiene esta ley como la distribución de competencias en materia de gestión de residuos y la clasificación. Sin embargo, se consideró para la política ambiental de México y a fin de

garantizar el desarrollo sustentable que se debería contar con una ley específica en materia de gestión de residuos lo cual se hizo realidad a partir del año 2003.

La ley general parte de una serie de principios entre los que se encuentran: 1.- Prevenir, valorizar y hacer un manejo integral bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social 2.- Responsabilidad compartida de productores, consumidores y autoridades 3.- El generador de residuos debe asumir los costos de su disposición 4.- Los lugares que han sido afectados por la disposición inadecuada de residuos deben ser atendidos para que dejen de ser fuente de contaminación 5.- Es indispensable que los procesos de producción se realicen bajo condiciones de eficiencia ambiental, en términos de uso de recursos, insumos y generación de residuos.

En esta ley se exponen de manera general y concisa las disposiciones generales aplicables dentro de México en materia de residuos. Las competencias, coordinación y atribuciones de los tres órdenes de gobierno y entre las instituciones.

La Ley clasifica a los residuos de tres formas:

Residuos no peligrosos o residuos sólidos urbanos

Residuos peligrosos

Residuos de manejo especial

Se describen también los instrumentos de la política de prevención y la gestión integral de los mismos, los planes de manejo y los esquemas de participación social y denuncia popular, así como la responsabilidad acerca de la contaminación y la remediación de sitios contaminados.

La Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos es la máxima ley en el territorio de México en materia de gestión de residuos, esta ley abarca la gestión tanto de residuos no peligrosos sólidos urbanos como la gestión de los residuos peligrosos, considera además una tercera clasificación de residuos denominados residuos de manejo especial y está basada en el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente. Fue promulgada el 8 de octubre de 2003 durante la presidencia de Vicente Fox Quezada.

El principal antecedente para esta ley es la Ley General del equilibrio ecológico y protección al ambiente publicada en 1988, en la cual ya se mencionan algunas de las funciones que contiene esta ley como la distribución de competencias en materia de gestión de residuos y la clasificación. Sin embargo, se consideró para la política ambiental de México y a fin de garantizar el desarrollo sustentable que se debería contar con una ley específica en materia de gestión de residuos lo cual se hizo realidad a partir del año 2003.

Principios de la Ley

La ley general parte de una serie de principios entre los que se encuentran: 1.- Prevenir, valorizar y hacer un manejo integral bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social 2.- Responsabilidad compartida de productores, consumidores y autoridades 3.- El generador de residuos debe asumir los costos de su disposición 4.- Los lugares que han sido afectados por la disposición inadecuada de residuos deben ser atendidos para que dejen de ser fuente de contaminación 5.- Es indispensable que los procesos de producción se realicen bajo condiciones de eficiencia ambiental, en términos de uso de recursos, insumos y generación de residuos

Contenido

En esta ley se exponen de manera general y concisa las disposiciones generales aplicables dentro de México en materia de residuos. Las competencias, coordinación y atribuciones de los tres órdenes de gobierno y entre las instituciones.

La Ley clasifica a los residuos de tres formas:

Residuos no peligrosos o residuos sólidos urbanos

Residuos peligrosos

Residuos de manejo especial

Se describen también los instrumentos de la política de prevención y la gestión integral de los mismos, los planes de manejo y los esquemas de participación social y denuncia popular,

así como la responsabilidad acerca de la contaminación y la remediación de sitios contaminados.

Según el artículo 5 fracción XXI de la LGPGIR, un plan de manejo de residuos se entiende como un "Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valoración de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo el criterio de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno".

Según lo establecido en el artículo 27 de la LGPGIR un plan de manejo debe:

- I. Promover la prevención de la generación y gestión integral de los residuos, a través de medidas que reduzcan los costos de la administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, los procedimientos para su manejo;
- II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y los materiales que los constituyan;
- III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;
- IV. Establecer esquemas de manejo en lo que aplique la corresponsabilidad de los distintos sectores involucrados; y
- V. Alentar la innovación de los procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo de los residuos ambientalmente adecuado, económicamente factible y socialmente aceptable.

Normatividad Estatal.

- I. Constitución Política del Estado de Michoacán de Ocampo, artículos 3 y 123.
- II. Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo.
- III. Ley Orgánica del Municipio Libre.

ANEXO 2

GUIAS O INSTRUCTIVOS PARA EL LLENADO DE LOS FORMATOS DE PLAN DE MANEJO

Se sugieren los datos a solicitar en el formato de Plan de Manejo a generadores industriales de residuos sólidos, las Guías o Instructivos para el llenado de los formatos del Plan de Manejo.

A manera de ejemplo, entre los datos a solicitar en el formato de plan de manejo de generadores industriales de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se pueden encontrar los siguientes:

Nombre o razón social y giro del generador.

Dirección completa, teléfono, fax y correo electrónico.

Registro Federal de Contribuyentes

Domicilio completo para recibir notificaciones e información relevante

Actividad principal del establecimiento o empresa

Actividad secundaria del establecimiento o empresa

Corporación, Asociación o Cámara a la que pertenece.

A. Tipos y volúmenes de residuos generados (en toneladas anuales)

I. Orgánicos putrescibles húmedos:

- Restos de alimentos
- Bagazo
- Jardinería

II. Orgánicos secos:

- Papel
- Cartón
- Textiles
- Madera
- Plásticos (PET, PELD, PEHD, PP, PVC, PS)¹

III. Inorgánicos

- Materiales cerámicos
- Metales no ferrosos
- Chatarra metálica
- Otros (especifique)

IV. Residuos mezclados

V. Residuos de manejo especial de procesos industriales (especifique)

B. Características del almacenamiento temporal dentro de las instalaciones en las que se generan

¹ PET: tereftalato de polietileno, PELD: polietileno de baja densidad, PEHD: polietileno de alta densidad, PP: polipropileno, PVC: poli cloruro de vinilo, PS: poli estireno.

- Descripción del residuo/Forma de almacenamiento/Capacidad de almacenamiento (cantidad y unidades)/Tiempo de almacenamiento

C. Datos de los prestadores de servicios de recolección y transporte de residuos en caso de contratar el servicio

- Nombre o Razón Social/Tipo de Residuo/Cantidad Transportada (toneladas anuales)/Autorización del prestador de servicios (anexar copia)/Vehículos utilizados: placa y modelo

D. Características de los vehículos del establecimiento generador, en caso de transportar sus propios residuos

- Placa/Modelo/No. De certificado de última verificación/Descripción/Cantidad transportada (toneladas anuales)

E. Valorización de los residuos

- E.1. Industrias receptoras de materiales o subproductos en intercambio (Nombre o razón social/Dirección/Fecha de Convenio (presentar copia del mismo)/Tipo de residuo/entrega promedio de residuos en toneladas anuales)
- E.2. Comercializadores de materiales reciclables (Nombre o razón social/Dirección/ Tipo de residuo/ Entrega promedio de residuos en toneladas anuales)
- E.3. Empresas recicladoras (Nombre o razón social/Dirección/ Tipo de residuo/entrega promedio de residuos en toneladas anuales)
- E.4. Medidas internas para reutilizar o reciclar residuos (Describir)

F. Disposición final de los residuos

- Nombre o razón social de la instalación a la que se llevan los residuos a confinar/Dirección/Volumen promedio de residuos enviados a disposición final en toneladas anuales

Entre la información que se puede incluir en las Guías o Instructivos para el llenado de los formatos de los planes de manejo, se encuentra:

A. Bases legales en las que se sustenta el desarrollo de los planes de manejo de residuos.

- Fines y objetivos de los planes de manejo.
- Tipo de residuos sujetos a planes de manejo y de generadores (definiciones y disposiciones legales al respecto).
- Clasificación de los residuos
- Autoridades competentes
- Responsables de la formulación y ejecución de los planes de manejo.

B. Trámites para la presentación de los planes de manejo ante las autoridades competentes

C. Información sobre el llenado del formato de plan de manejo.

ANEXO 3

**PROGRAMA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DEL
LAGO DE PATZCUARO FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**INFORME DE ACCIONES REALIZADAS DURANTE LOS MESES DE MARZO,
ABRIL Y MAYO DE 2015.**

- Recorridos por los Municipios de Quiroga, Tzintzuntzan, Pátzcuaro y Erongarícuaro
- Visita al Centro de Transferencia Intermunicipal de Residuos Sólidos de Pátzcuaro.
- Registro fotográfico de los espacios visitados
- Entrevistas con los implicados, gravadas. Transcripción y Análisis de las entrevistas.
- Investigación bibliográfica para la consecución de datos relacionados con el marco referencial.
- Integración del Diagnóstico de la Cuenca en base al Análisis FODA realizado.
- Definición de Estrategias y Acciones para la gestión y manejo adecuado de los RS
- Integración del Documento escrito del Programa de Manejo de RS de la Cuenca de Pátzcuaro.
- Seguimiento del Programa con la Impartición de dos Cursos de Residuos Sólidos.
- Entrega de formal del Plan de Manejo de RS de la Cuenca con anexos de costos para la aplicación del plan de manejo.

ANEXO 4

**COSTOS PARA APLICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL PARA
RESIDUOS**

OBRA Y/O PROYECTO	INVERSION TOTAL			
	2020	2021	2022	TOTAL
MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y CULTURA AMBIENTAL				
Estudio de reingeniería de recolección regional	1,500,000			1,500,000
Modernización del parque vehicular de 18 unidades con capacidad de 3 ton, para los cuatro municipios	8,415,000	8,415,000		15,300,000
Centros de transferencia para cuatro municipios	6,000,000	6,000,000		12,000,000
Equipamiento de los centros de valorización de los cuatro municipios	6,600,000	6,600,000		13,200,000
Centros de composteo para los cuatro municipios	4,400,000			4,400,000
Biodigestores para los cuatro municipios	2,640,000	2,640,000		5,280,000
Estudio de selección de sitio, factibilidad, disposición final proyectos ejecutivos tipo C (Pátzcuaro y Quiroga)	880,000			880,000
Construcción de los rellenos sanitarios para Pátzcuaro y Quiroga primera etapa (Obra civil)	4,400,000	4,400,000		8,800,000
Clausura de los sitios de disposición final de Pátzcuaro (4)	8,500,000			8,500,000
Clausura de los sitios de disposición final de Quiroga (1)	2,200,000			2,200,000
Clausura de los sitios de disposición final de Erongaricuaró (1)	1,100,000			1,100,000
Clausura de los sitios de disposición final de Tzinzuntzan (1)	1,100,000			1,100,000
Programa Regional de prevención y gestión integral de residuos sólidos para los cuatro municipios	430,000			430,000
Programa de Cultura Ambiental de la rivera con los diferentes sectores	1,850,000	500,000	500,000	2,850,000
Campañas de difusión a través de los diferentes medios de comunicación (lengua purépecha, inglés y español)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	3,000,000
Infraestructura de educación ambiental integral para la cuenca	1,000,000	500,000	500,000	2,000,000
Unidades de cultura ambiental para los cuatro municipios	4,000,000			4,000,000
				78,048,500