



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN QUINTANA ROO**

TRABAJO MONOGRÁFICO  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
**INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTA

**Juan Bernardo May Meléndez**

SUPERVISORES

**M.I. José Luis Guevara Franco.**

**M.I. Laura Patricia Flores Castillo.**

**M.I. Juan Carlos Ávila Reveles.**

**M.I. Juan Antonio Rodríguez Garza**

**Dr. José Alfonzo Canche Uuh**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, OCTUBRE DE 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO

**“LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN QUINTANA ROO”**

ELABORADO POR

**Juan Bernardo May Meléndez**

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**Ingeniero Ambiental**



COMITÉ SUPERVISOR

SUPERVISOR:

*José Luis Guevara Franco*

M.I. José Luis Guevara Franco

SUPERVISOR:

*L. Patricia Flores Castillo*

M.I. Laura Patricia Flores Castillo.

SUPERVISOR:

*Juan Carlos Avila Reveles*

SUPERVISOR SUPLENTE:

M.I. Juan Antonio Rodríguez Garza

SUPERVISOR SUPLENTE:

*José Alfonso Canche*

Dr. José Alfonso Canche



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, OCTUBRE DE 2023

## ÍNDICE

Introducción .....	1
1. Los Residuos en la antigüedad .....	3
1.1 Primeros asentamientos humanos .....	3
1.2 Residuos en la edad media .....	4
1.2.1 Residuos construyendo la historia .....	4
1.2.2 Medidas preventivas y reciclaje en Roma .....	5
1.2.3 Red de alcantarillado .....	5
1.3 Manejo de residuos en los años 60's y 70's .....	6
2. Marco legal aplicable a los residuos sólidos .....	9
2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos .....	10
2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente .....	10
2.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....	13
2.4 Programa Nacional de Normalización .....	20
2.5 Normas Oficiales Mexicanas .....	21
2.6 Normas Mexicanas .....	21
2.7 Proyectos de Normas Oficiales y Normas Mexicanas .....	24
2.8 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo ..	25
2.9 Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (P.O el 28 de febrero de 2005.) .....	30
2.10 Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo (P.O. 30 de marzo de 2015) .....	35
3.1 Generación de residuos sólidos .....	39
3.1.1 Estudios de Generación de residuos sólidos domiciliarios e institucionales en el mundo .....	39

3.1.2 Estudios de generación de residuos sólidos domiciliarios e institucionales en México.....	41
3.1.3. Estudios de generación de residuos sólidos domiciliarios e institucionales en Quintana Roo .....	43
3.2 Caracterización de residuos sólidos .....	47
3.2.1 Caracterización de los residuos sólidos en México .....	48
3.2.2 Caracterización de los residuos sólidos en Quintana Roo .....	49
3.3 Transporte y recolección .....	51
3.4 Aprovechamiento, reuso, reciclado de residuos sólidos .....	53
3.5 Disposición final .....	57
3.6 Los residuos sólidos en los desastres naturales .....	63
4. Conclusiones .....	67
5. Bibliografía .....	70

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, desde la aparición del ser humano hasta la actualidad, se han generado residuos, así como el ser humano, los residuos han ido evolucionando en su composición de acuerdo a la época y necesidades que éstos han tenido. Antiguamente los residuos eran totalmente orgánicos y ahora puede decirse que existe un 50% orgánico en los residuos generados.

La siguiente recopilación de información nos va proporcionar un mejor contexto para conocer de qué forma los residuos sólidos han impactado la vida de todos en el mundo.

El capítulo I, abarca la historia, antecedentes de los residuos sólidos urbanos, haciendo énfasis en la antigua Roma, esto debido al gran impacto que esta civilización trajo al resto del mundo, de igual forma se habla de otras épocas; hasta la actualidad, siendo esto un comparativo y visualización de la evolución de los residuos.

El capítulo II, describe el marco legal y los instrumentos de la política ambiental aplicable en México y en el Estado de Quintana Roo, con referencia a los residuos, partiendo desde la carta magna hasta los reglamentos, teniendo en cuenta la importancia de cumplir con cada uno de ellos y evitar infringir en un delito ambiental.

El capítulo III, es una recopilación de estudios realizados en Quintana Roo, México y el mundo acerca de los residuos sólidos y la generación, caracterización, manejo y transporte, disposición final y tratamientos. En este capítulo también se habla sobre lo que se hace en caso de desastres naturales y de igual forma, casos reales que han tenido gran impacto en la historia.

Por último, en el capítulo IV, encontraremos las conclusiones después de haber realizado este trabajo monográfico y de la importancia que posee el contenido de la información.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

# 1. LOS RESIDUOS EN LA ANTIGÜEDAD

## 1.1 PRIMEROS ASENTAMIENTOS HUMANOS

El ser humano, desde la Prehistoria ha procurado buscar la forma de supervivencia más viable y acorde a sus necesidades mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. Desde sus orígenes, antes del sedentarismo, se movilizaban por diferentes áreas en busca de comida y un refugio, acabando todo recurso en su camino. Eso se acabó cuando llega el sedentarismo y comienzan los pequeños asentamientos humanos en donde aprenden a sus propias técnicas de agricultura y ganadería, lo que sería su fuente de alimento, comenzando a aprovechar recursos como la madera, rocas, huesos, etcétera para la fabricación de un techo y armas.

Los residuos generados por estos hombres no resultaban de alto impacto debido a las técnicas sustentables con las que realizaban sus actividades, aunque ellos no eran conscientes totalmente de ello. Todo residuo orgánico cumplía con su ciclo y se integraba al suelo por medio de la descomposición con ayuda de microorganismos y los factores ambientales. (Rueda Lillo, 2016)

Las civilizaciones con mayor capacidad de entendimiento y desarrollo, surgen a partir de que el hombre descubre el fuego, los metales y con ello comienzan a crear instrumentos que, aunque de mayor durabilidad, provocaba cierta cantidad de residuos los cuales ya no se podían integrar de nuevo al ambiente. Comienzan pequeñas disputas entre los grupos por ver quién posee el metal más fuerte, además de que llega el uso de productos químicos y, con el aumento exponencial de la población, aunado a la concentración de residuos en un punto específico, resultaba complicado el tener un manejo adecuado de ello. (Márquez-Benavides, 2011)

## **1.2 RESIDUOS EN LA EDAD MEDIA**

En ésta época, el concepto de residuos era asimilado a los que eran eliminados por el cuerpo: heces, orina y el mismo cuerpo en descomposición, de acuerdo a la investigación realizada por la Doctora en Salud Pública, Marta Pimenta (2007), nos explica el cómo las personas asociaban las enfermedades al contacto con los enfermos, que eran considerados el objetivo o el blanco merecedores de castigos divinos. Además, las personas se sentían amenazadas con la generación de residuos hospitalarios debido al surgimiento de la peste, no únicamente refiriéndose a la peste negra, sino, a todas las epidemias por las cuales pasaba casi todo el continente europeo como la viruela, cólera, gripe, entre otras.

### **1.2.1 RESIDUOS CONSTRUYENDO LA HISTORIA**

Los residuos generados por el ser humano han permitido conocer el estilo de vida que llevaban los antiguos pobladores, la ciencia ha permitido dar estimaciones de tiempo para ubicar actividades y culturas.

El Monte Testaccio es un ejemplo de impacto o modificación del paisaje causado por los residuos. Esta colina artificial está formada por ánforas, como se sabe, en la antigua Roma el transporte de productos del óleo o alimenticios se realizaba con estos artículos de barro, así mismo se utilizaban como material de construcción. Estas vasijas se desechaban en un área de 22.000 m<sup>2</sup>, trituradas y aún con cierto contenido en ellas, a lo largo del tiempo fueron formando este monte. En él no se observan estratos de tierra ni otros materiales en grandes volúmenes comparados con las ánforas. (Blázquez et ál., 1994)

Con los años, éste monte pasó a ser parte del paisaje, cuenta con vegetación distribuida, escasa en ciertas zonas.



### **1.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS Y RECICLAJE EN ROMA**

En la antigua Roma, se establecieron medidas de salud e higiene para mantener a salvo a la población. Las leyes romanas prohibían el vertimiento de residuos y sepultar – tirar cadáveres dentro o cerca al núcleo poblacional, por lo tanto, se creó un pequeño sistema de concentración de residuos en contenedores los cuales eran vaciados en un relleno o vertedero a las afueras del asentamiento, muy parecido a lo que tenemos a la actualidad del sistema con rutas de recolección en las ciudades (Acero Pérez, 2015)

En la antigüedad, menciona el autor Dr. Jesús Acero, el reciclaje era una actividad muy común pues, artículos de metal eran fundidos cuantas veces fuera necesario y crear nuevos objetos y esto se sabe debido a que no se encuentran artefactos de estos materiales en las excavaciones o investigación de zonas arqueológicas. Obtenían la cal a través del mármol y las ánforas eran reutilizables, como se menciona en el apartado anterior, se utilizaban para transportar ciertos productos por lo cual no se generaban residuos de empaquetamiento o embotellamiento como lo es en la actualidad. Toda la cerámica se reutilizaba para la pavimentación o construcción de obras. (Recytrans, 2013)

### **1.2.3 RED DE ALCANTARILLADO**

En civilizaciones avanzadas para la época, como la romana, se diseñó una red de alcantarillado para el abastecimiento y recolección de agua de uso público y pluvial. Con ello llegó el uso de letrinas, que por inicio eran baños públicos y tenían un desagüe abierto que posteriormente llegaría al subsuelo en forma de tuberías. Esto era manejado por la administración pública de la localidad, con el tiempo era posible hacer conexiones de desagüe de las casas hacia la red pública. Así como en la actualidad, el sector privado va un paso adelante, por lo tanto, en esa época, este sector un

tanto privilegiado contaba con letrinas privadas, de las cuales no se tiene un registro alto de unidades. (Carreras Monfort, 2009)

Abordando el tema de los residuos producidos por el cuerpo, tomamos en cuenta uno de los fluidos importantes como lo es la orina. Nuevamente volviendo al uso de las ánforas, los establecimientos colocaban estas vasijas para que las personas hicieran sus necesidades (residuos líquidos) en ellas para que, posteriormente fuera extraído el amoniaco y sea utilizado en sus procesos de manufactura o producción.

### **1.3 MANEJO DE RESIDUOS EN LOS AÑOS 60's Y 70's**

Fue en la década de los 60's y 70's donde la generación de los residuos sólidos y su mal manejo comienzan a ser un problema muy serio y comienzan los esfuerzos por mejorar ya más enfocado a la ingeniería sanitaria, que actualmente se ha complementado de varias maneras y es lo que hoy tenemos como la ingeniería ambiental. (Duran de la Fuente, y otros, 1997) Una vez que se empieza a dar a conocer esta problemática, empiezan a planear una gestión integral y estrategias para prevenir un gran impacto a largo plazo, así como la mitigación con lo que ya se tenía. Comenzó la implementación de los rellenos sanitarios y se retomó esa cultura del reciclaje como parte del plan de manejo y control de los residuos sólidos. (Guzmán Chavez & Macías Manzanares, 2012)

Bien se sabe que los residuos sólidos estaban compuestos en su mayoría por desechos orgánicos, pues las medidas de reúso eran habituales en ese entonces, así como empaques de larga durabilidad como botellas de vidrio, bolsas resistentes donde se guardaban las compras en un día de mercado, etcétera. Con el paso de los años, es inevitable hacer que un pueblo se convierta en ciudad y que una pequeña ciudad se convierta en una gran ciudad lo que lleva a que los habitantes tengan un estilo de vida más acelerado y en busca de facilitar las cosas llegan los empaques

descartables como el PET, el cartón y en ocasiones vidrio que si bien no son agresivos con el ambiente también existen empaques o productos dañinos al ser desechados.

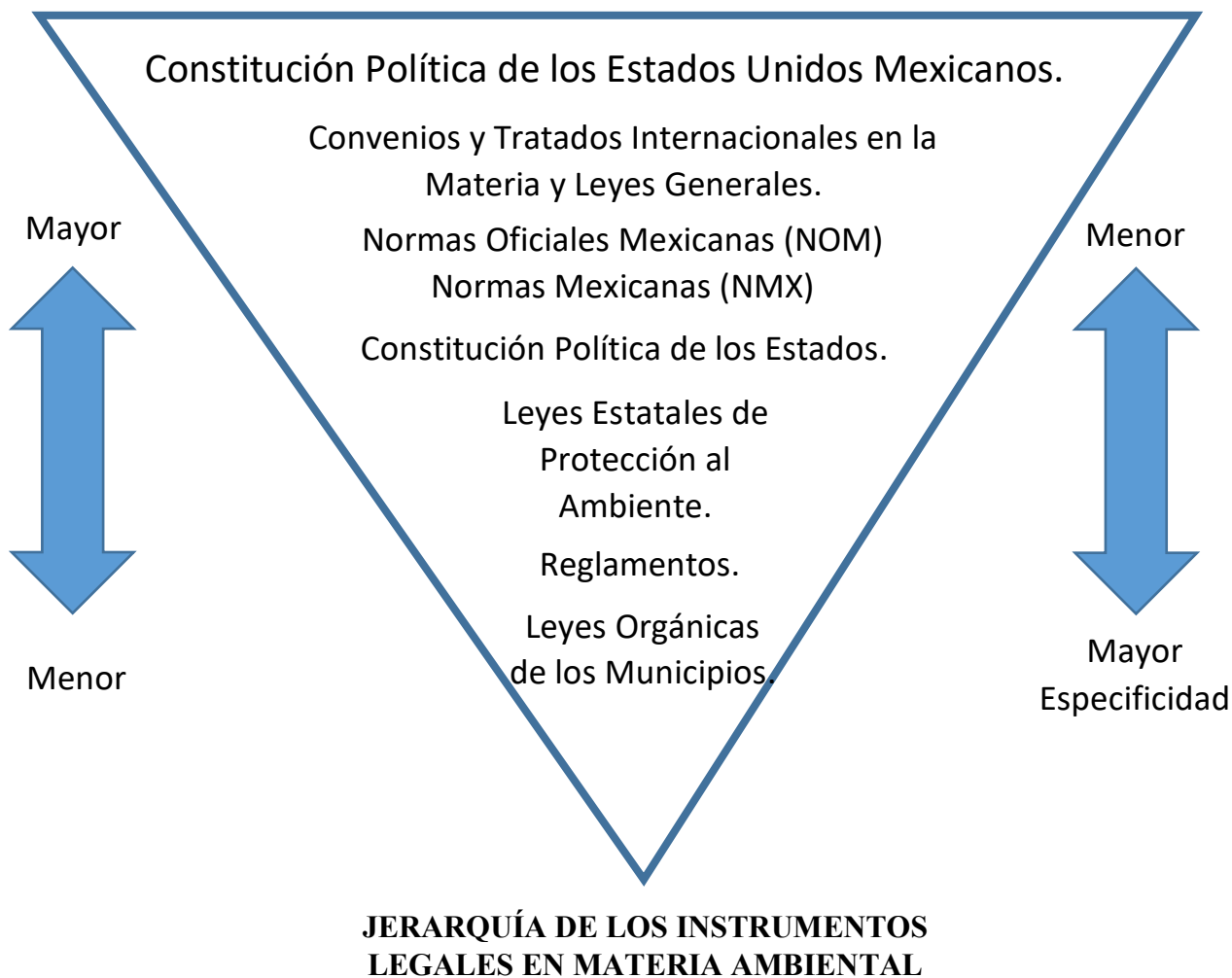
Entonces surge la necesidad de tomar acciones para la gestión de los residuos sólidos en los centros poblacionales para evitar que este sea un problema que afecte y contamine a la atmósfera, los suelos y los recursos hídricos.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO LEGAL**

## 2. MARCO LEGAL APLICABLE A LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Basándonos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, surge a raíz del Art. 4to toda ley, norma y reglamento en materia ambiental. En ello existe un marco legal que envuelve a la gestión integral de los residuos y es importante seguir lo establecido en ello para que de este modo se evite caer en un delito ambiental (Sánchez, 2007). En México existe una jerarquía de los instrumentos legales en materia ambiental la cual inicia desde la parte de mayor jerarquía, pero con una menor especificidad y desciende hasta la de menor especificidad y se desarrolla de la siguiente manera:



## **2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4° (D.O.F, 2019)

### **TÍTULO PRIMERO**

#### **Capítulo I**

De los derechos humanos y sus garantías

**Art. 4°, párrafo 5.- Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.**

## **2.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (D.O.F, 2018) es la rectora de todo derecho en materia ambiental en México y de acuerdo a la jerarquía del marco legal, se posiciona en el segundo lugar después de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos y se establece de la siguiente manera en relación a los residuos sólidos:

### **TITULO CUARTO**

Protección al Ambiente

#### **CAPITULO IV**

Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

**ARTICULO 134.-** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
- IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
- V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

**ARTÍCULO 135.-** Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:

- I. La ordenación y regulación del desarrollo urbano;
- II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios
- III. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

- IV. El otorgamiento de todo tipo de autorizaciones para la fabricación, importación, utilización y en general la realización de actividades relacionadas con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

**ARTÍCULO 136.-** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo;
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación; y
- IV. Riesgos y problemas de salud.

**ARTÍCULO 137.-** Queda sujeto a la autorización de los Municipios o de la Ciudad de México, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Los materiales y residuos peligrosos se sujetarán a lo dispuesto en el Capítulo VI de este mismo Título.

**ARTÍCULO 138.-** La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

- I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales; y



- II.** La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

**ARTÍCULO 141.-** La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Economía y de Salud, expedirá normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

**ARTÍCULO 143.-** Los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas que expidan en el ámbito de sus respectivas competencias, la Secretaría y las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Alimentación, de Salud y de Economía. El reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichos materiales, incluyendo la disposición final de sus residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

### **2.3 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.**

La ley General de Prevención y Gestión de los Residuos o abreviado como LGPGIR (D.O.F, 2003) cumpliendo con lo establecido en el Art. 4º de que todos tenemos derecho a un ambiente sano, tiene como objeto garantizar este derecho por medio de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para que, por medio de ésta se prevenga la contaminación y se lleven a cabo acciones para mitigar los daños. (PROFEPA,

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos , 2016), dicha Ley se estructura de la siguiente manera:

## TÍTULO PRIMERO

Disposiciones Generales

Capítulo Único

Objeto y Ámbito de Aplicación de la Ley

## TÍTULO SEGUNDO

Distribución de Competencias y Coordinación

Capítulo Único

Atribuciones de los Tres Órdenes de Gobierno y Coordinación entre Dependencias

## TÍTULO TERCERO

Clasificación De Los Residuos

Capítulo Único

Fines, Criterios y Bases Generales

## TÍTULO CUARTO

Instrumentos De La Política De Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

Capítulo I

Programas Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

Capítulo II

Planes De Manejo

Capítulo III

Participación Social

Capítulo IV

Derecho a la información

TÍTULO QUINTO

Manejo Integral de Residuos Peligrosos

Capítulo I

Disposiciones Generales

Capítulo II

Generación de Residuos Peligrosos

Capítulo III

De las Autorizaciones

Capítulo IV

Manejo Integral de los Residuos Peligrosos

Capítulo V

Responsabilidad Acerca de la Contaminación y Remediación De Sitios

Capítulo VI

La Prestación de Servicios en Materia de Residuos Peligrosos

Capítulo VII

Importación y Exportación de Residuos Peligrosos

TÍTULO SEXTO

De la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

Capítulo Único

## TÍTULO SÉPTIMO

Medidas de Control y de Seguridad, Infracciones y Sanciones

Capítulo I

Visitas de Inspección

Capítulo II

Medidas de Seguridad

Capítulo III

Infracciones y Sanciones Administrativas

Capítulo IV

Recurso de Revisión y Denuncia Popular

TRANSITORIOS

### **2.3.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

El reglamento se extiende a partir de la LGPGIR y aplica para todo el territorio mexicano y en las zonas en donde el país tiene jurisdicción, es de competencia Federal y se conduce mediante la SEMARNAT (PROFEPA, 2016) y se estructura de la siguiente forma:

TÍTULO PRIMERO

Disposiciones Preliminares

TÍTULO SEGUNDO

Planes de Manejo

Capítulo I

Generalidades

Capítulo II

Registro e Incorporación a los Planes de Manejo

Capítulo III

Condiciones Particulares de Manejo

Capítulo IV

Sistemas de Manejo Ambiental del Gobierno Federal

TÍTULO TERCERO

Residuos Provenientes de la Industria Minero Metalúrgica

TÍTULO TERCERO BIS

Residuos Provenientes del Sector Hidrocarburos

TÍTULO	CUARTO
Residuos Peligrosos	
Capítulo	I
Identificación de Residuos Peligrosos	
Capítulo	II
Categorías de Generadores y Registro	
Capítulo	III
Autorizaciones	
Capítulo	IV
Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos	
Sección I Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos	
Sección II Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos	
Sección III Reutilización, Reciclaje y Co-procesamiento	
Sección IV Tratamiento de residuos peligrosos	
Sección V Disposición final de residuos peligrosos	
TÍTULO QUINTO	
Importación Y Exportación De Residuos Peligrosos	
Capítulo	I
Disposiciones Generales	

Capítulo				II
Importación				
Capítulo				III
Exportación				
Capítulo				IV
Retorno				
TÍTULO				SEXTO
Remediación	De	Sitios	Contaminados	
Capítulo				I
Disposiciones Comunes				
Capítulo				II
Programas	de		Remediación	
Sección I Disposiciones generales				
Sección II Responsable Técnico				
Sección III Estudios de caracterización				
Sección III Estudios de evaluación del riesgo ambiental				
Sección V Propuestas de remediación				
Capítulo				III
Procedimiento de Remediación				
Capítulo				IV
Declaratorias de Remediación				

Medidas de Control y de Seguridad, Infracciones y Sanciones

## TRANSITORIOS

Haciendo énfasis en el Art. 10 de esta ley, que da la competencia al municipio de llevar a cabo las funciones de recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final para un buen manejo integral de los residuos sólidos.

## **COMITÉS DEL SECTOR MEDIO AMBIENTE Y PROGRAMA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN**

En México existe un comité que forma parte importante en la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas llamado Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COMARNAT) y dentro de éste comité se encuentra el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT), que tiene funciones más específicas además de la elaboración, en éste comité se modifica, revisa y cancelan las Normas Mexicanas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Comisión Nacional del Agua.

### **2.4 PROGRAMA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN**

Éste es un instrumento de planeación, coordinación e información de todas las actividades que se llevan a cabo en la nación sobre normalización en diferentes ámbitos, así como en materia ambiental. Este programa abarca a las NOM y a las NMX para modificaciones o cancelaciones, así como justificar y plantear los objetivos de cada una basándose en el marco legal. (SEMARNAT, 2018)



## **2.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

- NOM-052-SEMARNAT-2005 (D.O.F, 2006)

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

- NOM-161-SEMARNAT-2011 (D.O.F, 2013)

Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo

- NOM-083-SEMARNAT (D.O.F, 2004)

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

## **2.6 NORMAS MEXICANAS**

Normatividad vigente en el tema de residuos de acuerdo a lo que establece la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el país. (SEMARNAT, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Leyes, reglamentos y Normas relacionadas al tema de residuos., 2017)

- NMX-AA-15-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Muestreo > Método de cuarteo.

➤ NMX-AA-16-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Humedad.

➤ NMX-AA-18-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Cenizas.

➤ NMX-AA-19-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Peso Volumétrico “In Situ”.

➤ NMX-AA-21-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Materia Orgánica.

➤ NMX-AA-22-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Selección y Cuantificación de Subproductos.

➤ NMX-AA-24-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Nitrógeno Total.

➤ NMX-AA-25-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación del pH > Método Potenciométrico.

- NMX-AA-031-1976

Determinación de azufre en desechos sólidos.

- NMX-AA-032-1976

Determinación de fósforo total en desechos sólidos (método del fosfovanadomolibdato).

- NMX-AA-33-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Poder Calorífico Superior

- NMX-AA-52-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis

- NMX-AA-61-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de la generación.

- NMX-AA-67-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de la relación Carbono/Nitrógeno.

- NMX-AA-68-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Hidrógeno a partir de la Materia Orgánica.

- NMX-AA-80-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Porcentaje de Oxígeno en Materia Orgánica.

- NMX-AA-91-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Calidad del Suelo Terminología

- NMX-AA-92-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Azufre.

- NMX-AA-94-1985

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Fósforo Total.

## **2.7 PROYECTOS DE NORMAS OFICIALES Y NORMAS MEXICANAS**

- NOM-083-SEMARNAT-2003

Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales

- NOM-084-ECOL-1994

Especificaciones para el diseño de un relleno sanitario y obras complementarias.

➤ NMX-AA-13-SCFI-2001

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de pH > Método de Prueba

➤ NMX-AA-41-SCFI-2001

Norma Mexicana. Protección al Ambiente > Contaminación del Suelo > Residuos Sólidos Municipales > Determinación de Inflamabilidad > Método de Prueba

## **2.8 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO**

La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEPA) del Estado de Quintana Roo, propicia el desarrollo sustentable y tiene como objetivo principal regular las acciones para preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente del Estado; además garantiza el derecho que nos otorga el Art. 4º de la CPEUM de que toda persona tiene derecho a un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar dentro de los límites del Estado, además de distribuye las competencias y atribuciones del Estado y de los Municipios en materia ambiental.

### **TITULO SEGUNDO**

Competencia y Distribución de Facultades

### **CAPITULO I**

Atribuciones del Estado

Artículo 5°.- Corresponden al Estado, como orden de gobierno, por conducto de la Secretaría, del instituto o de la Procuraduría, según sea el caso, las siguientes atribuciones:

VI. La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos industriales de manejo especial;

XXVI. Formular los listados y clasificación de residuos de manejo especial;

## CAPITULO II

### Atribuciones del Municipio

IV. La regulación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.

VII. Participar en la elaboración y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico regional y local, así como ejercer el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo establecidos en dichos programas;

Artículo 8°.- La celebración de convenios o acuerdos de coordinación en la materia entre el Gobierno del Estado y la Federación, conforme a las disposiciones legales aplicables, tendrán por objeto asumir las siguientes funciones:

- I. El manejo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal;
- II. El control de los residuos peligrosos considerados de baja peligrosidad de conformidad con la Ley General, su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables;

- III. La prevención y control de la contaminación de la atmósfera proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;
- IV. El control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la Zona Federal Marítimo Terrestre, así como en la Zona Federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales;
- V. La protección, preservación y restauración de los recursos naturales a que se refiere la Ley General, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Cambio Climático y la presente Ley, así como el control de su aprovechamiento sustentable; y
- VI. La realización de acciones tendentes a cumplir con los fines previstos por este ordenamiento, así como para la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de las leyes de la materia.

Asimismo, el Gobierno del Estado podrá suscribir con los Municipios convenios de coordinación, previo acuerdo con la Federación, a efecto de que aquellos participen en la realización de las funciones anteriormente referidas.

## CAPÍTULO V

### Prevención y Control de la Contaminación del Suelo y del Subsuelo

Artículo 133.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo y subsuelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I. Corresponden al Estado, Municipios y a la sociedad, prevenir la contaminación del suelo y subsuelo;

- II. Deben ser controlados los residuos en tanto constituyen la principal fuente de contaminación del suelo;
- III. Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos urbanos y manejo especial e incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
- IV. El uso de fertilizantes, plaguicidas y sustancias tóxicas, deben causar el menor impacto posible al medio ambiente y considerar sus efectos sobre la salud humana y los elementos naturales, a fin de prevenir los daños que se pudieran ocasionar; y
- V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizadas en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Artículo 135.- La Secretaría o los municipios según competa, autorizarán y vigilarán la adecuada operación de los sistemas de manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con arreglo a las disposiciones que para tal efecto se expidan.

La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los ayuntamientos para:

- I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, traslado, manejo, y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; y



- II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen en el suelo o se infiltren al subsuelo, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo y subsuelo;
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III. Las alteraciones en el suelo y subsuelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación; y
- IV. Riesgos y problemas de la salud.

Artículo 137.- La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

La Secretaría y los Municipios promoverán la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos.

Artículo 138.- Para los efectos del presente capítulo, queda prohibido descargar, derramar o depositar cualquier tipo de desechos orgánicos, inorgánicos, sustancias líquidas, o sólidos urbanos o de manejo especial o infiltración de sus lixiviados, en la vía pública, carreteras estatales, caminos rurales y cualquier otro sitio no autorizado para tal fin.

Artículo 139.- Los municipios, en el ámbito de su competencia, vigilarán el cumplimiento de los criterios y demás disposiciones de esta ley y los que establezca la Federación para prevenir y controlar la contaminación del suelo y subsuelo.

Artículo 140.- En las licencias o permisos que se expidan para la utilización del suelo, se aplicarán los lineamientos para prevenir y controlar la contaminación, respetando según sea el caso, lo ordenado en la Ley General, esta ley y demás disposiciones legales aplicables.

## **2.9 REGLAMENTO DE LA LEY DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO (P.O el 28 de febrero de 2005.)**

El Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Quintana Roo (RLEEPA), solamente tiene jurisdicción dentro del Estado de Quintana Roo y el objeto de dicho instrumento es el de reglamentar la LEEPA de Quintana Roo en Materia de Impacto Ambiental. Se presentan los capítulos donde hace especificaciones en cuanto a residuos:

### Capítulo II

De las Obras o Actividades que requieren autorización en Materia de Impacto Ambiental y de las excepciones.

Artículo 7.- La realización de las siguientes obras o actividades, se sujetarán al procedimiento de evaluación en materia de Impacto Ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaría a través del Instituto:

- I. Obra Pública;
- II. Vías de Comunicación Estatal y Caminos Rurales;
- III. Procesadoras de alimentos, rastros y frigoríficos, procesadoras de hule natural y sus derivados; procesadoras de bebidas, ladrilleras, textiles, maquiladoras, curtidurías, industria automotriz y del vidrio y sus derivados;
- IV. Obras realizadas dentro de predios agropecuarios tales como almacenamientos para riego y control de avenidas;

- V. Instalaciones para captación, almacenamiento, conducción y distribución de agua que no excedan de los parámetros establecidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Impacto Ambiental y en las demás disposiciones Aplicables en la Materia;
- VI. Corredores industriales, Parques y Zonas Industriales, a excepción de aquellas en las que se prevean la realización de actividades altamente riesgosas de competencia federal;
- VII. Exploración, explotación, extracción y procesamiento físico de sustancias que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos; tales como la roca y demás materiales pétreos o, productos de su descomposición que sólo pueden utilizarse para la fabricación de materiales, construcción u ornamento de obras;
- VIII. Sistemas de manejo y disposición de residuos no peligrosos;
- IX. Confinamientos, instalaciones de tratamiento o de eliminación de residuos domésticos e industriales no peligrosos;
- X. Fraccionamientos y unidades habitacionales, desarrollos inmobiliarios que no se encuentren en ecosistemas costeros y nuevos centros de población;
- XI. Hoteles, restaurantes y centros comerciales que no se encuentren en zonas de jurisdicción federal;
- XII. Centrales de autotransporte público y privado de carácter estatal;
- XIII. Construcción de hospitales y establecimientos en donde se realicen actividades riesgosas;
- XIV. Plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de drenaje y alcantarillado; bordos, represamientos y plantas de potabilización de agua;

- XV. Granjas agrícolas o pecuarias de explotación intensiva;
- XVI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia estatal o municipal;  
y
- XVII. Todas aquellas obras o actividades que no sean competencia de la Federación o que ésta descentralice al Estado por Ley, o a través de Convenios o Acuerdos de Coordinación.

### Capítulo III

#### Del Procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 10.- Para los fines del Artículo 7, de este Reglamento, los promoventes deberán sujetarse a lo dispuesto en el Artículo 28 de la Ley, por lo que deberán entregar a la Secretaría a través del Instituto, la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda o el informe preventivo, para que éste, realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad para la cual se solicita autorización.

Artículo 11.- Las manifestaciones de Impacto Ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- I. Ordinaria; o
- II. Detallada.

Artículo 12.- Las manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad detallada cuando se trate de:

- I. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una misma región ecológica determinada;

- II. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

#### Capítulo IV

##### Del procedimiento derivado de la presentación del Informe Preventivo

Artículo 28.- El informe preventivo deberá contener:

##### IV.- Materiales que se emplearán:

- a) Cantidades y sitios de abastecimiento.
- b) Materiales y sustancias que serán utilizadas.
- c) Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible.
- d) Requerimiento de agua cruda o potable.
- e) Volúmenes que se pretenden explotar y/o producir (en caso de explotación de materiales pétreo).
- f) Recursos naturales que se afectarán indicando tipos, localización y en su caso cantidades.
- g) Residuos que se generarán; a la atmósfera, al agua y sólidos.
- h) Sitios y procedimientos de disposición o tratamiento y/o localización de los residuos.
- i) Descripción del procedimiento de disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos sólidos y líquidos.

##### V.- Descripción del medio natural del área donde se pretende desarrollar la obra o actividad.

VI.- Especificación detallada de que existe congruencia entre la obra o actividad con la normatividad ambiental aplicable.

VII.- Medidas de prevención, mitigación y compensación previstas para los impactos ambientales de cada una de las etapas del proyecto.

VIII.- Requisitos documentales:

- a) Título de propiedad o equivalente.
- b) Acta constitutiva de la empresa.
- c) Conjunto de planos del proyecto, obra o actividad, firmados por el perito responsable de la obra.
- d) Constancia de uso de suelo.
- e) Factibilidad emitida por la Comisión Federal de Electricidad, para suministrar el servicio.
- f) Factibilidad de suministro de agua potable y/o drenaje por parte de la autoridad que corresponda.
- g) Factibilidad de la Comisión Nacional del Agua, en lo referente a:
  1. Tratamientos de las aguas residuales.
  2. Perforación o utilización de pozo (s) profundo (s) para: · Aprovechamiento acuífero. · Destino final de aguas residuales.
- h) Programa de restauración del área elaborado por un prestador de servicios en materia de Impacto Ambiental (en caso de explotación de materiales pétreos).
- i) Programa de Operación (en caso de plantas de asfalto, concreto y trituradoras).

## **2.10 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO (P.O. 30 de marzo de 2015)**

La ley es aplicable para todo territorio establecido dentro de los límites del Estado de Quintana Roo y por su carácter obligatorio se deberán sancionar a las personas que incumplan con lo dispuesto en ésta ley, la cual busca propiciar el desarrollo sustentable en el Estado así como prevenir la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos de control local, su gestión y manejo integral correcto, con el objetivo de prevenir contaminación en sitios indebidos de disposición final así como remediar los daños ya ocasionados y de éste modo proteger la salud humana y ambiental. La LPGIR (P.O., 2019) del Estado se estructura de la siguiente forma:

### **TÍTULO PRIMERO**

#### **Política Estatal**

##### **Capítulo I**

###### **Disposiciones Generales**

##### **Capítulo II**

###### **De las Facultades**

##### **Capítulo III**

###### **De la Coordinación**

##### **Capítulo IV**

###### **De la Gestión Integral de los Residuos a Nivel Regional**

##### **Capítulo V**

###### **De los Servicios de Aseo**

##### **Capítulo VI**

###### **De los Instrumentos de Planeación**

Capítulo VII

De los Sistemas de Manejo Ambiental

Capítulo VIII

De los Planes de Manejo

Capítulo IX

De la Educación y Difusión Ambiental

TÍTULO SEGUNDO

Prevención y Gestión Integral

Capítulo I

Disposiciones Generales

Capítulo II

De la Clasificación de los Residuos

Capítulo III

De las Obligaciones de los Generadores y Poseedores

Capítulo IV

De las Actividades de Manejo

Capítulo V

De la Valorización de los Residuos

Sección I

De la Bolsa de Subproductos

Sección II

Del Reciclaje



Sección III

De la Composta

Capítulo VI

Prevención, Control y Remediación del Suelo

Sección I

De la Prevención y Control de la Contaminación de los Sitios

Sección II

De la Remediación del Suelo

TÍTULO TERCERO

Procedimientos de Control y Sanciones

Capítulo I

De la Inspección y Vigilancia

Capítulo II

De las Medidas de Seguridad

Capítulo III

De las Sanciones Administrativas

Capítulo IV

Del Recurso de Revisión

Capítulo V

De la Denuncia Popular

TRANSITORIOS

**CAPÍTULO III**  
**ESTUDIOS E**  
**INVESTIGACIONES**

### **3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

#### **3.1. ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS E INSTITUCIONALES EN EL MUNDO**

La vida al día a día de las personas produce una cantidad considerable y muy variada de residuos sólidos. Según el área de trabajo será el tipo de residuo generado, por ejemplo: Los residuos sólidos urbanos se componen generalmente de materia orgánica de los alimentos consumidos en casa, pero también de envolturas, plásticos, papel y cartón entre otros.

A nivel mundial, el nivel de impacto y afectación de manera negativa que ha tenido la generación de residuos ha ido en aumento, ligada al incremento poblacional que da por entendido una mayor producción en industria, mayor consumo de alimentos y artículos para el trabajo o de uso personal. (Puerta Echeverri, 2004)

Citando nuevamente a la autoría Puerta Echeverri (2004) en su artículo presenta una gráfica de la estimación de residuos sólidos orgánicos generados en el mundo, en donde dice que los tres primeros lugares de generación son: Ibadán en Nigeria (76%), Asunción en Paraguay (60.8%) y Ciudad de México con 56.4%. (Acurio et al., 1997; Consellería del Medio Ambiente de Cataluña, 2001)

Para una buena toma de decisiones en cuanto a proyectos y planes de acción relacionados a los residuos sólidos, es de vital importancia saber que uno de los indicadores que nos va a guiar es el de la generación de éstos, ya que una vez cuantificado es posible dimensionar los posibles problemas que se tendrán al corto-mediano plazo, así como tomar en cuenta la cantidad necesaria de equipos de trabajo y maquinaria para la recolección, transporte y disposición final. (Tello Espinoza, Martinez Arce, Daza, Soulier Faure, & Terraza, 2010)

Dentro del informe realizado conjuntamente por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se muestran datos de la generación de residuos sólidos per cápita de Estados Unidos, países de Europa y América Latina y el Caribe. (2010), a continuación se muestran en la siguiente tabla, ordenados de mayor a menor generación con unidades de Kg/Hab/día:

**Tabla 1** Generación de Residuos Sólidos per cápita en Estados Unidos, países de Europa y América Latina

PAÍSES / REGIÓN	KG/HAB/DÍA
Estados Unidos	2,08
Suiza	1,95
Alemania	1,59
España	1,59
Reino Unido	1,56
Italia	1,51
Francia	1,48
Suecia	1,42
América Latina y el Caribe	0,93

**Fuente:** Obtenido del Informe de la Evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América, 2010.

Claramente, Estados Unidos al ser la mayor potencia mundial y uno de los países más consumistas, es el país con una generación de residuos más grande comparado con los países de América Latina y el Caribe que bien son países en vías de desarrollo, además tomando en cuenta la calidad de vida y la economía de estos países, es notorio ver que en los lugares con mayor

pobreza existe una generación de residuos muy escasa o bien, la falta de equipos y sistemas de recolección y pesaje impiden que se tengan datos más exactos.

### **3.1.2 ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS E INSTITUCIONALES EN MÉXICO**

En México se generaron al menos 42,1 millones de toneladas de residuos sólidos, eso solamente en el 2012, de acuerdo a lo calculado se estima que se generaba 0,99 kilogramos al día per cápita. Estos cálculos fueron obtenidos según los datos que registró la SEMARNAT. (Jiménez Martínez, 2015) Además, menciona que, teniendo en cuenta que la media nacional era de 0,99 kg/hab/día, en los municipios con una población mayor a los 100 mil habitantes, se generaba aún más cantidad de residuos sólidos por habitante.

Lo más reciente publicado en la página oficial de la SEMARNAT, dice que el país genera más de 100 mil toneladas de residuos al día, sólo el 83,93% de estos residuos son recolectados para llevarlos a sitios de disposición final pero solamente llega el 78,54% sin considerar si el sitio es adecuado, realmente de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas, finalmente el 9,63% es reciclado. (SEMARNAT, 2017)

En el Estado de Oaxaca, en dos localidades en particular, se realizaron estudios de generación de residuos con la finalidad de que ambas localidades realicen un Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Las localidades se ubican en la Sierra Norte del Estado, no cuentan con más de 2.500 habitantes según lo señala el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, las localidades son: Capulálpam de Méndez y Santa Catarina Lachatao. Debido a que son localidades con una población no muy elevada, se busca que con la implementación del Plan de Manejo que resulte del estudio, las localidades lleven una gestión de los residuos correcta y no genere daños al ambiente. (Cortés Pérez, Curiel Olivera, & Perez Belmonte, 2010).

Para llevar a cabo el estudio de generación, se realizaron encuestas y se basaron en las Normas Mexicanas NMX-AA-61-1985 y NMX-AA-61-1985, de forma aleatoria según indica la segunda norma mencionada, fueron elegidas las manzanas para determinar cuántas viviendas se encontraban habitadas y de esta manera marcarlas para poder identificarlas. Se solicitó a los habitantes que siguieran las instrucciones dadas por los autores, explicándoles el objetivo de esas acciones y el impacto que tendría.

Como resultado de la generación, se obtuvo que las localidades de Capulálpam y Santana Catarina son de: 0.198 Kg/Hab/Día y de 0.215 Kg/Hab/Día, respectivamente, varían debido a que en cada localidad varían los hábitos de consumo y el estilo de vida. En la siguiente tabla se muestran los resultados arrojados en la proyección, basándose en los obtenidos en el estudio.

**Tabla 2 Proyección de generación de residuos basados en los resultados del estudio. Fuente: (Cortés Pérez, Curiel Olivera, & Perez Belmonte, 2010)**

Localidades	Número de habitantes	Generación per cápita (Kg/Hab/Día)	Generación diaria (Ton/Día)	Generación Anual (Ton/Día)
Capulálpam de Méndez	1313	0.198	0.260	94.891
Santa Catarina Lachatao	199	0.215	0.042	15.165

Los autores concluyen que es de gran importancia realizar los estudios de generación para que de esta manera sea posible hacer las proyecciones y realizar una buena planeación para las medidas de acción que se deberán tomar en las localidades. Cabe mencionar que en este estudio solo fueron tomados en cuenta los residuos sólido domiciliarios y no los que son externos a ello, aunque en estas dos localidades no cuentan con industrias, las escuelas se toman como grandes generadores de residuos y no están dentro de las cifras mencionadas en el estudio.

Así mismo, hablando de los estudios de generación y la importancia de ellos, que van ligados a los estudios de caracterización con diferentes métodos, la Universidad Autónoma de México, campus Azcapotzalco, decidió apoyar al municipio de Ayahualulco, Veracruz, en pro de atender la problemática del mal manejo de los residuos sólidos, para que con ello pueda existir una buena gestión de residuos y contribuir a la protección ambiental.

Los resultados de la generación, abrieron paso a la buena toma de decisiones para el manejo correcto de estos y contribuyeron a diagnóstico de residuos en el municipio y se dio a conocer la propuesta del plan de manejo integral de los residuos sólidos. (Pancardo Lu, Espinosa Valdemar, Meléndez Estrada, & Delfín Alcalá, 2010)

### **3.1.3. ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS E INSTITUCIONALES EN QUINTANA ROO**

Uno de los objetivos de realizar estudios de generación de residuos en un lugar, sea institución, localidad, Estado, etcétera, es el proponer o realizar metodologías para un buen manejo, gestión y/o tratamiento adecuado de estos con el fin de proteger la salud ambiental y generar un bajo impacto al medio, así como evitar enfermedades por tener focos de infección latentes.

La Isla de Holbox se ubica en el Estado de Quintana Roo, al sureste del país y es parte del Caribe. Se caracteriza por ser un sitio que ofrece servicios turísticos por su belleza natural, ya que, por ser un lugar de baja población, aún conserva intactas diversas costumbres en cuanto a la protección de la Isla. Cabe mencionar que es un lugar que, en su mayoría, se dedican a la pesca, por lo tanto, la generación de residuos suele ser orgánica.

Sin embargo, Holbox no se salva del desarrollo urbano, por lo que, al tener un crecimiento poblacional, la llegada de turistas constantemente ha incrementado la generación de residuos y por ello, se llevó a cabo un estudio de generación en el 2008.

La normatividad utilizada para este estudio fue: NMX-AA-61-1985 (método para determinar la generación de residuos municipales de acuerdo con un muestreo estadístico y aleatorio), NOM-AA-91 (terminología), NOM-AA-15 (método de cuarteo), NMX-AA-19-1985 (peso volumétrico in situ), NMX-AA-061-1985 (estimación de la cantidad de residuos sólidos a través de la implementación de la metodología establecida).

Cuando se obtienen los resultados, entonces se realiza el diseño del proyecto para el buen manejo y gestión de los residuos, cumpliendo las necesidades actuales y a futuro de la Isla. (Alonzo Marrufo & Paz Hernández, 2014)

Los autores agregan una tabla con la descripción de los problemas y actividades realizadas, así como los resultados del programa de manejo de residuos implementado en la Isla de Holbox (Tabla 3):

**Tabla 3 Principales problemas, actividades realizadas resultados del Programa Comunitario de Manejo Integral de los RSU en Isla Holbox. Fuente: (Alonzo Marrufo & Paz Hernández, 2014) .**

<b>PROBLEMA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
1. Tiradero a cielo abierto, depósitos sin control por el área, quemas permanentes, sin control sanitario y sin recuperación y aprovechamiento de residuos valorizables.	Saneamiento del sitio. Organización y capacitación a pepenadores (grupo comunitario) pagado por hoteleros y empresarios y toma de control del sitio de disposición	Recuperación de plásticos, papel y cartón, metales (chatarra), vidrio, aceites quemados y baterías. Compostaje básico de residuos orgánicos. Control sanitario de desechos de pescado



	<p>final. Equipamiento para la eficiencia, seguridad y dignidad del trabajo. Capacitación técnica, supervisión y acompañamiento. Enlace con compradores de residuos reciclables. Diseño de un sitio de transferencia para el aprovechamiento de residuos valorizables y condiciones dignas para trabajo.</p>	<p>y animales muertos con cal. Sitio libre de desechos desordenados. Lo significa un control de aproximadamente el 95% en la entrega por parte de los recolectores (de la alcaldía y los otros particulares). Construcción en el 2011 del sitio de transferencia con recursos de la SEMARNAT y la SEDUMA.</p>
<p>2. Almacenamiento domiciliario sin embolsar en los botes de almacenamiento de la vía pública; lixiviados, malos olores y riesgos a la salud por la generación de vectores.</p>	<p>Capacitación y visitas domiciliarias exhortando al almacenamiento en los hogares y la entrega al sistema de recolecta. Retiro de exceso de botes de almacenamiento público.</p>	<p>Reducción en la generación de vectores de riesgo a la salud. Incremento de un 30% a un 60% de residuos embolsado en los domicilios y entregados al sistema de recolecta. Coordinación con el centro de salud y el programa de control de vectores.</p>
<p>3. Disposición final de los desechos de Holbox en Kantunilkin (tierra adentro). Relleno sanitario en desuso por falta de capacitación, recursos e interés de las autoridades municipales. Celda pequeña para almacenar los residuos de Kantunilkin e Isla Holbox. Falta de equipamiento para el manejo y problemas con los ejidatarios de Kantunilkin que se negaban a</p>	<p>Gestión con las autoridades locales y municipales para retomar y usar adecuadamente el relleno sanitario de Kantunilkin. Asamblea ejidal con el ejido de Solferino para intentar dar certeza a un terreno alterno a Kantunilkin. Análisis para certeza de los costos de operación.</p>	<p>Hasta la fecha no se ha podido realizar la disposición final en tierra adentro.</p>

aceptar los desechos no valorizables de Isla Holbox.		
4. Deficiente sistema de Recolecta. Cobertura de solo el 40%. Entrega de residuos sin embolsar. Sin rutas ni horarios fijos, con elevados costos de gasolina y mantenimiento.	<p>Establecimiento de rutas y horarios. Enlace y coordinación de recolectores con grupo comunitario del sitio de disposición final.</p> <p>Fortalecimiento a la administración y análisis financiero buscando esquemas de sostenibilidad. “Cintillos” de sensibilización a través de la televisión por cable local.</p> <p>Gestión con las autoridades locales y municipales para el mantenimiento del vehículo y la gasolina. Gestión con las autoridades estatales o federales para un nuevo camión.</p> <p>Educación comunitaria para la entrega embolsada y acorde a los horarios del sistema</p> <p>Capacitación a recolectores y ordenamiento de la recolección.</p> <p>Inicio de una primera etapa de capacitación a hoteleros y restauranteros para la entrega separada.</p>	<p>Rutas y horarios que generan confianza en el sistema de recolecta y permiten ahorro de costos por gasolina. Incremento de la cobertura del sistema desde el 40% hasta el 85%. Análisis financiero y propuesta de tarifas para todos los establecimientos y domicilios en temporada alta y baja. Incremento del 30% al 60% en la entrega embolsada en domicilios. 30% de entrega separada en hoteles.</p>
5. Desaprovechamiento comercial de los residuos	Estudio de mercado para identificar compradores de residuos reciclables en las zonas	Adquisición de herramientas y equipo para el tratamiento y darle valor agregado a la

<p>valorizables (reciclables y composta).</p>	<p>aledañas (Cancún, Mérida y Tizimín). Gestión con la CONANP para obtener equipo y herramienta. Gestión con los propietarios del Ferry para no cobrar el transporte marítimo a los compradores de reciclables y hacer atractiva la compra-venta. Integración y capacitación técnica, organizativa y administrativa a un grupo de vivero de plantas costeras para el aprovechamiento de la composta.</p>	<p>comercialización de residuos reciclables (compactación del plástico PET, molido del vidrio, procesamiento del cartón, etc.) Comercialización y cruce de la isla al continente sin costo de aproximadamente 90 toneladas de residuos reciclables. El compostaje se realiza y la producción de plantas costeras, también pero posteriormente se abandona pues falta tiempo de acompañamiento.</p>
---	--	--

### 3.2 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La caracterización de residuos sólidos es la acción de identificación de cantidad y composición físico-química de todo residuo sólido que se genera en las viviendas, centros de población, etcétera. (Francisco & Rodriguez, 2010).

Los residuos sólidos son un problema que ha existido a lo largo del tiempo, no es una problemática exclusiva de una clase social, etnia, país o continente, por lo que pensar en la manera de disminuir y mitigar el problema es tarea del mundo entero.

La caracterización es una de las herramientas que brindan la ayuda necesaria para que se lleven a cabo planes estratégicos y en este caso, se desarrolló una metodología para concretar una campaña de caracterización de residuos, la cual pueda ser aplicada en cualquier parte del mundo, esta se desarrolló en Portugal. (Cruz Rodrigues, 2005)

### **3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MÉXICO**

Hablando de la caracterización a nivel nacional, en la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México se llevó a cabo un estudio que incluye el conocer detalles sobre la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos que se estaban generando, esto con la intención de hacer propuestas a la Universidad y ésta tuviera una contribución ambiental mediante el desarrollo sustentable. (Ruiz Morales, 2012)

En este estudio se realizó caracterización en el periodo 2008-2009 y obteniendo como resultado recomendaciones para la mejora del sistema de separación y recolección lo cual lograría una mejor disposición final de todo residuo, sea para composteo, tratamiento o reciclaje.

Menciona que, en ese lapso, hubo una generación de residuos mayor a los 3.375,3 kg/día, donde los residuos alimenticios y de jardinería cubren un 50,65%, tomando en cuenta los demás residuos se obtienen al menos un 52% de residuos que son excelentes para realizar composteo, un 27% puede ser reciclable. Con todos los datos obtenidos de esta caracterización fue posible que la autora propiciara las recomendaciones necesarias para una mejora en la gestión de residuos en la Universidad Iberoamericana para un mejor desarrollo sustentable.

Otro caso de estudio, fue realizado en la central de abastos de la ciudad de Toluca, esta caracterización se hizo con el fin de utilizar los residuos de frutas y verduras para la generación de hidrógeno por vía biológica. (Ávila Vera, Alcantara, Fernández Valverde, & Hernández Berriel, 2009).

Los autores documentan en su investigación datos acerca de los residuos orgánicos, data del año 2006 que en México la generación total de residuos fue de  $36 \times 10^6$  toneladas y de eso el 50% corresponde a residuos orgánicos.

Es bien sabido que de ello es posible obtener biogás y de la misma forma se generan lixiviados los cuales pueden provocar grandes daños a la salud humana y ambiental, por lo tanto, los autores se dieron a la tarea de utilizar estos residuos para producir hidrógeno el cual es un elemento que produce energía limpia con un bajo impacto al medio y resulta más viable que el gas metano. La caracterización se llevó a cabo por el método de cuarteo, descrito y especificado en la norma mexicana NMX-AA-015-ECOL-1985.

Una vez realizada la caracterización, se utilizaron dos bacterias para ayudar a la separación de compuestos: *E. cloacae* y *C. butyricum*. Éstas desprenden el ácido acético y logran el desprendimiento del bióxido de carbono e hidrógeno, lo cual al metabolizar adecuadamente los carbohidratos es posible obtener el hidrógeno deseado y hace viable el uso de los residuos orgánicos generados en ésta y más centrales de abasto, mercados y súper-mercados.

### **3.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN QUINTANA ROO**

Estudios diversos se han realizado en cuanto a la caracterización de los residuos sólidos en diferentes partes del mundo y de nuestro país, pero en Quintana Roo especialmente existen estudios de éste tipo como el realizado por Guevara Franco, J. L. & Flores Castillo, L. P. (2011) donde se tuvo como área de estudio las poblaciones de Chetumal, Felipe Carrillo Puerto, Javier Rojo Gómez, Laguna Guerrero, Holbox, Tulum y Bacalar.

El estudio identificó residuos sólidos con características para ser reciclados, susceptibles a composteo y los que necesitaban un sitio de disposición final o algún otro tratamiento, todo basado en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas correspondientes.

En su estudio muestran una tabla obtenida a base de sus resultados después de haber realizado la caracterización y separación.

**Tabla 4 Composición de residuos en comunidades de Quintana Roo**

Población	Tipo de residuos (%)			
	Orgánicos	Inorgánicos	Sanitarios	Otros
Bacalar	28.25	38.79	14.21	18.75
Isla Holbox	35.48	23.65	10.76	30.10
Tulum	28.10	37.95	17.47	16.45
Laguna Guerrero	52.18	22.19	5.62	20.01
Javier Rojo Gómez	52.40	24.25	7.75	15.62
Felipe Carrillo Puerto	53.34	29.68	7.50	9.46
Chetumal (1998)	42.38	18.45	6.09	33.11
Chetumal (2006)	40.59	34.03	10.24	15.19

**FUENTE:** (Guevara Franco & Flores Castillo, Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Quintana Roo, 2011)

Otro de los resultados de realizar estudios de caracterización, es que nos muestra con datos reales la cantidad de residuos generados y aterriza más la problemática existente o da una alerta y lleva a que se tomen medidas preventivas en cuanto a los residuos.

Otro estudio de caso, realizado en la zona de Costa Maya, en el Caribe Mexicano: playas de Xcalak, Xahuayxol y Mahahual, el cual arrojó los siguientes resultados (Guevara Franco, Flores Castillo, Canul Azcorra, Aburto Espinosa, & Romero Campos, 2011):

- Por cada 40 metros de playa, fueron encontrados entre 5 y más kg de residuos sólidos
- Mahahual fue la playa con menos cantidad de residuos sólidos mientras que en las otras dos, la cantidad fue aún mayor
- Los residuos encontrados fueron similares entre sí, predominando PET y calzado

- Dentro de los residuos se encontraron los provenientes de otros países, lo que lleva a pensar que las corrientes los arrastraron hasta las costas del Caribe desde el país de origen o de embarcaciones extranjeras.

Haciendo mención sobre el trabajo realizado por el Dr. Joan Sánchez en su tesis de pregrado, acerca de la generación de residuos sólidos en el Fraccionamiento Bugambilias de la ciudad Chetumal, Quintana Roo, nos refiere a la caracterización de residuos para conocer un poco más el estilo de vida que se lleva en esa zona y menciona que los residuos alimenticios fueron en mayor porcentaje el cual era esperado debido a las necesidades básicas del ser humano en cualquier parte del mundo. (Sánchez Sánchez, 2007).

El estudio de Sánchez J., demuestra también la presencia significativa de pañales desechables con un rango de 0-3 años, indicando que ha habido un incremento poblacional en esa zona. Otro de los puntos es sobre los productos y subproductos aprovechables como residuos alimenticios y de jardinería para mejorar los suelos y el papel, cartón e incluso baterías.

La caracterización contribuye al primer paso para conocer los residuos y conocer cuáles de estos serán aprovechables.

### **3.3 TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN**

Las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos hacia los sitios de disposición final o vertederos es una de las responsabilidades o competencias que tiene el municipio, esto basado en el Título Quinto, Artículo 115, Fracción III, Inciso C, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

## Título Quinto. -

De los Estados de la Federación y de la Ciudad de México

- III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:
- c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos.

El manejo y gestión integral adecuada de los residuos generados por las ciudades y pequeñas localidades evita que se generen vectores con alto riesgo de llevar enfermedades a la población en general (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017), además de evitar una mala imagen, especialmente en grandes ciudades o localidades donde su actividad económica más importante es el turismo.

Ante cualquier fallo de las autoridades a lo que respecta lo mencionado en el Art. 115, la población no aguarda para hacerse escuchar y realizar sus quejas, es por eso que los residuos sólidos municipales es un tema sumamente importante y es prácticamente imposible ignorar la problemática o pausar estos servicios por un periodo.

Para una recolección eficiente se requiere de una buena planeación debido a que, en esta etapa del proceso está destinado un monto considerable de recurso económico y no es cuestionable debido a que el objetivo de cumplir con esta etapa es preservar la salud pública, sin embargo, se debe realizar de manera que no requiera de altos costos, esto para poder dar abasto a toda el área.

La importancia de las rutas de recolección es grande, un sistema de rutas bien planeado permite utilizar todo el recurso económico de la mejor manera y es posible atender incluso a comunidades de difícil acceso o asentamientos nuevos, con ello se evitan basureros clandestinos y residuos que sean potencialmente un problema de obstrucción del paso al peatón, de drenaje y contaminación al ambiente en general. (SEDESOL, 2001).



Dentro de las recomendaciones que da SEDESOL en su Manual Técnico sobre Generación y Recolección, están:

- Se requiere de planeación y programación precisa para que las acciones e inversiones tomadas en el corto, mediano y largo plazo traigan más beneficios y haya una reducción en los costos de operación y también, se incrementa la infraestructura y permite la incorporación de nuevas tecnologías.
- Concientizar a la población, promoviendo el uso de contenedores clasificados y haciendo que esto se lleve a cabo en casa y fuera de ella permitiendo que la recolección sea más rápida y sobre todo segura para los trabajadores.
- Contar con talleres o lugares en donde sea posible dar el mantenimiento periódicamente a los camiones de recolección, dando una larga vida útil e invirtiendo menos en camiones nuevos, ya que la solución a la problemática no son la falta de camiones sino, la falta de mantenimiento a los ya existentes.

### **3.4 APROVECHAMIENTO, REUSO, RECICLADO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Como se mencionaba en puntos anteriores, los estudios de generación son importantes para llevar a cabo planes y estrategias que ayuden a la problemática de residuos sólidos generados en una localidad, es por eso que la Universidad Autónoma de México, UAM – Azcapotzalco, decidió apoyar a las localidades de Veracruz. (Pancardo Lu, Espinosa Valdemar, Meléndez Estrada, & Delfin Alcalá, 2010).

El llevar a cabo acciones para el aprovechamiento, reúso y reciclado de los residuos sólidos no solamente beneficia al ambiente en cuanto a la imagen y la salud, si no, que se hace una reducción de costos y permite que el recurso monetario del municipio destinado a esta problemática, sea

mejor aprovechado para los residuos que no tienen la posibilidad de ser aprovechados de las formas ya mencionadas y así darles un mejor tratamiento o disposición final.

Por medio de talleres de educación ambiental existe la posibilidad de concientizar a la población, darles a conocer la realidad de la problemática ambiental existente en materia de residuos sólidos y cómo pueden contribuir desde sus hogares y comercios, los beneficios que éstos traen consigo. Los autores de la investigación realizada en conjunto con la UAM – Azcapotzalco proponen iniciar con las localidades con más población ya que a diferencia de las localidades aún más pequeñas, el problema de residuos es mayor.

Es posible y está demostrado que existe la posibilidad de extraer energías limpias a partir de los residuos que se generan en las localidades luego de que éstos comienzan a descomponerse o bien, con la materia inorgánica y de materiales resistentes, construir el medio para la generación de ésta.

Es bien sabido que la industria de la agricultura es uno de los grandes generadores de residuos orgánicos, se suele recurrir a la quema para eliminarlos pero existe una forma de aprovechar todos estos residuos para la producción de energía, bien es el caso del trigo que es un grano de importancia mundial y el más cultivado según nos redactan García – González y colaboradores (2011) .

El artículo nos menciona que además de la obtención de energía térmica, es posible obtener bioetanol y biogás a través de un tratamiento químico, como resultado se obtiene una tabla:

Proceso de conversión	Producto	Relación de rendimiento de biocombustible	kg de biocombustible/t de paja de trigo	PCI (MJ/kg)	Energía disponible (PJ)	Barriles equivalentes de petróleo
Tratamiento	Biomasa	1:10	1000.00	12.5	6.86	1,074,996
Fermentación alcohólica	Bioetanol	1:0.27	272.21	26.8	4.00	666,215
Biodigestión anaerobia	Biometano	1:0.29	296.90	23.8	3.88	645,313

Tabla 5.- Disponibilidad de formas de energía a partir de la obtención del trigo.

*Fuente:* (García González, Montero Alpírez, Coronado Ortega, & Acosta Gómez , 2011)

García González, Montero Alpírez, Coronado Ortega, & Acosta Gómez , concluyen que resulta muy viable el aprovechamiento del residuo del trigo y no descartan el uso de residuos de otros cultivos por su alto volumen disponible y su elevado contenido energético. Teniendo en cuenta que al año 548,764 tonaleadas de residuo de trigo es quemado a cielo abierto, da la oportunidad de reducir emisiones, producir energía, reducir los volúmenes de residuos dándole la oportunidad a otro tipo de energías en el mundo.

Además de los residuos domiciliarios e industriales, existen los que generan las plantas de tratamiento de aguas residuales, estos lodos activados o también llamados biosólidos son utilizados como fertilizantes comunmente para plantas de ornato o como estabilizadores de suelos, pero también se conoce su uso para la generación de energía.

Siguiendo con lo antes mencionado, fue el caso de una de las plantas de tratamiento más grandes existentes en Ensenada, Baja California. Los biosólidos resultantes de este lugar cuentan con alto potencial para la generación de energía eléctrica según lo descrito en el artículo. (Rojas Remis & Mendoza Espinosa, 2011)

Los autores proponen una alternativa para el tratamiento de los biosólidos mediante la digestión anaerobia y de este modo obtener gas metano. Otro de los beneficios, es el de la

reducción de los gases de efecto invernadero y contribuye a la salud ambiental, así como una sugerencia para adecuar la legislación ambiental en éste ámbito para fomentar la generación de energía empleando biosólidos como materia prima.

En su trabajo concluyen con cifras muy importantes:

- Disminución del 0,00044% de los gases de efecto invernadero
- 775.000 metros cúbicos capturados de biogás en México al mes
- 1.240 kw/h mensuales
- \$5.737.130 pesos ahorrados al año para la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Ensenada.

Cuando se habla de aprovechamiento, también se habla de reciclaje, y en eso consistió una investigación acerca de la elaboración de cartón a partir del reciclaje realizado en el Estado de Tabasco. (Ramón García & Romellón Cerino, 2009).

Esta investigación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Tabasco, en donde llegaron a la idea de que los residuos son un tema de suma importancia y los volúmenes generados estaban ocasionando serios problemas, por lo tanto, el reciclaje del papel y el cartón ayudaría a la disminución de residuos y se elaborarían láminas de cartón para usos múltiples.

Dentro de los beneficios que trae consigo este proyecto, está el hecho de que no existirá contaminación del agua ni atmosférica debido a que, durante el proceso de tratamiento del papel y cartón, no se requieren de químicos que pudiesen dañar, así como la probabilidad de reutilizar el agua del proceso en repetidas ocasiones, de igual manera se reduciría o eliminaría la quema de estos residuos y así evitar las emisiones a la atmósfera.

Ramón García & Romellón Cerino, concluyen en que el proceso de reciclado resulta mucho más barato que los procesos de extracción de celulosa de la madera, además de la reducción de costos y bajo impacto al ambiente debido a que el material reciclado ya contiene lo necesario y solamente requiere de una transformación con un requerimiento de energía mínimo. Insisten en que el cambio en los hábitos de las personas es necesario y que los residuos deberían ser clasificados correctamente para aprovechar los que pueden ser reciclados.

### **3.5 DISPOSICIÓN FINAL**

La disposición final está definida en la NOM-083-SEMARNAT-2003 como una “*Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos*”; haciendo uso de la definición, es posible identificar las inconsistencias en los diferentes sitios de disposición final ya que muchos de ellos no cumplen con las características descritas en la norma y entonces infringen la ley y causan afectaciones a la salud humana y ambiental.

Una mala disposición final o la liberación de residuos en sitios no controlados o con una infraestructura incompetente para ello, causa que la exposición de ciertas sustancias o gases que se generan a partir de los residuos, así como los lixiviados, provoquen además de una mala imagen y con ello se desprenden otros problemas como plagas y vectores, llevan consigo enfermedades dañando la salud de la población y del ambiente. (Ay Robertos, Brickman, & Ayllón Trujillo, 2010).

La Norma nos da especificaciones para la selección del sitio, cada una basada en cada categoría según las toneladas diarias generadas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

**Tabla 5.- Categorías de los sitios de disposición final.**

<b>Tipo</b>	<b>Tonelaje Recibido Ton/día</b>
<b>A</b>	<b>500 o más</b>
<b>B</b>	<b>100 - &lt;500</b>
<b>C</b>	<b>50 - &lt;100</b>
<b>D</b>	<b>&lt;50</b>

Fuente: (DOF, 2015)

**Tabla 6.- Estudios requeridos para la construcción de sitios de disposición final.**

<b>Estudios y Análisis</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1. Geológico y Geohidrológico Regionales	X	X		
2. Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	X	X
3. Hidrológico	X	X	X	X
4. Topográfico	X	X	X	X
5. Geotécnico	X	X	X	X
6. Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X	X
7. Generación de biogás	X	X	X	X
8. Generación de lixiviado	X	X	X	X
Peritaje	1-8	1-8	2-4	2-4

Fuente: (DOF, 2015)

## **Restricciones para la ubicación del sitio**

Además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, las restricciones mínimas que debe cumplir cualquier sitio de disposición final (tipo A, B, C o D) son las siguientes:

- No se debe ubicar un sitio de disposición final a una distancia menor de 15 kilómetros de la trayectoria de aproximación de la cabecera de la(s) pista(s), así como en un radio de 3 kilómetros del centro de la pista de un aeródromo y/o aeropuerto.
- No se deben ubicar sitios de disposición final dentro de áreas naturales protegidas.
- En localidades mayores de 2500 habitantes, el lindero del sitio de disposición final, debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros), contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.
- No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas activas.
- No debe ubicarse en zonas arqueológicas ni sitios de valor cultural (religioso, histórico, tradición).
- No debe ubicarse en un sitio previamente contaminado con residuos o materiales peligrosos, o previamente contaminado con residuos sólidos urbanos sin un plan de regularización previo.
- El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. Para el caso de regiones con alta precipitación pluvial, deberá demostrarse que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación que afecte la estabilidad física de las obras del sitio de disposición final.

- La distancia de ubicación del lindero del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.
- La ubicación entre el lindero del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.
- Ningún sitio de disposición final tipo D podrá ubicarse a menos de 50 km de distancia de cualquier otro sitio de disposición final tipo A, B, C o D, al menos que las condiciones hidrográficas y topográficas lo impidan.
- El sitio de disposición final deberá garantizar una vida útil mayor a 15 años calculado con base en el promedio de la proyección de ingreso de residuos en ese periodo.





**Figura 1 Estructura de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales. Fuente: (El Metropolitano Digital, 2018)**

En la figura 2, se muestra una imagen que representa de forma simple cómo debe estar estructurado el sitio de disposición final el cual está estipulado en la NOM-083-SEMARNAT-2003 “Las celdas de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, con un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente. En caso de que el sistema sea a través de geomembrana, debe considerar al menos los siguientes elementos: geomembrana, capa de protección natural o sintética, capa drenante.” (DOF, 2015).

Dentro de las características del sitio, se considera el aprovechamiento del biogás generado por los residuos, por lo tanto, es necesario que se cuente con las estructuras necesarias para la extracción, captación, conducción y control de éste, mientras que el sitio no cuente con estas características se deberá proceder a la quema de los residuos en pozos individuales o quemadores centrales.

De la misma manera, se debe contar con la infraestructura necesaria para la captación, conducción y extracción de lixiviado, el cual deberá ser tratado o recirculado para mantener la humedad de los residuos. Quedará prohibido que los lixiviados salgan del sitio debido a su alta toxicidad y ser un contaminante ambiental en potencia.

En cuanto al sistema de drenaje pluvial, éste deberá encontrarse dentro del sistema para desviar el escurrimiento y evitar la infiltración a las celdas, además el drenaje deberá evitar el contacto con los residuos.

La situación mundial sobre los residuos sólidos y su disposición final es un tema que encierra a todo el mundo, bien es sabido que en países desarrollados el problema tiene un menor porcentaje comparado con otros. Países como Suecia, disponen del 1% de sus residuos, mientras que aproximadamente el 98% de los residuos generados son reciclados o reciben algún tipo de tratamiento y se aprovecha la energía generada durante el proceso. (Díaz Archundia, Hernández Berriel, Mañón Salas, & Buenrostro Delgado, 2014)

Los rellenos sanitarios existen en todo el mundo, sin embargo, no se cuenta con una cifra o estadísticas de cuántos y en qué cantidad por país existen, pero al menos cada localidad o municipio existente cuenta con su propio sitio de disposición final.

### **3.6 LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS DESASTRES NATURALES**

Tomando como referencia el concepto de “desastre” únicamente, éste ya engloba una gran carga emotiva la cual se relaciona con distintos momentos de caos en el ambiente, inclusive se toma como desastre a la llamada mala suerte. Es muy general, por lo tanto, es necesario en ocasiones darle un contexto específico para que se tenga una dimensión de tal acción y en ciertos casos, tomar medidas de prevención y/o rescate. (ARROYO, 1993)

Los desastres naturales, como suelen llamarse, son fenómenos que alteran las condiciones ambientales las cuales afectan a los diferentes tipos de ecosistemas donde éstos ocurren, además, tienen cierto impacto sobre sectores productivos y de servicios ya que los bienes, la infraestructura y la vida cotidiana se ve alterada durante el paso de estos fenómenos. (ESPINOZA, 1990)

Otra definición es que un desastre natural, también conocido como fenómeno natural sucede en un tiempo y espacio específico y provoca modificaciones en los patrones de vida, existe mortalidad, pérdida y deterioro económico y ambiental. (OPS, 2003) Se toman medidas de acción inmediatas una vez finalizado el desastre para evitar una afectación a la salud así como prevenir accidentes en caso de que ocurra nuevamente; un ejemplo son los sismos y sus réplicas, un huracán retornando o que venga otro seguido del que ha pasado, un tsunami, etcétera.

De acuerdo con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, un fenómeno perturbador es la ocurrencia de un fenómeno en un espacio y tiempo limitado y causa daños en los trastornos normales de la vida y provoca pérdidas humanas, materiales y económicas, así como daños al ambiente. (Hernandez Espinoza & Ramos Guevara, 2010)

Los desastres se dividen en físicos/naturales como los sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, huracanes, tornados, etcétera, y en antrópicos como los incendios que en su mayoría son provocados por la actividad del hombre o llegan como consecuencia de sus actos, aunque no hayan provocado el desastre de forma directa, también lo son los ataques en las guerras e incluso un accidente industrial el cual puede tener un impacto a los suelos, recursos hídricos y a la atmósfera.

El cómo se relacionan los residuos en los desastres, es un tema de suma importancia ya que, debido a la afectación, destrucción o modificación de infraestructura, así como la muerte de la población se genera en mayor cantidad al momento de impacto a lo normalmente generado en cierto tiempo. Para ello se llevan a cabo planes de acción normalmente apoyados por agentes de protección civil, bomberos, policías, militares y navales, en ocasiones los mismos civiles, pero necesitan cierta capacitación para poder manejar la situación y no poner en riesgo su propia vida.

El sector de manejo de residuos sólidos es uno de los más importantes después de un desastre natural, sin embargo, es de los menos atendidos o al menos no tiene la atención que requiere en ese momento de impacto.

Para una buena gestión de residuos por fenómenos naturales, es importante tomar acciones antes, durante y después, pues se deberán tomar en cuenta si la zona en que la se habita tiene riesgo latente de ciclones, inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, incendios y desbordamiento de ríos y/o deslaves.

Es de vital importancia estar siempre alertas de boletines emitidos por el comité de protección civil o similar, tomar con calma cualquier información y tomar medidas necesarias durante toda la actividad de desastre.

La NOM-083'-SEMARNAT-2003 establece en uno de los apartados sobre las condiciones y características del sitio, que “deberá contar permanentemente con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo o acceso al mismo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias y estar fuera del área del desarrollo de celdas en una zona de fácil acceso. La capacidad del área de emergencia deberá tener las condiciones para recibir al menos, el equivalente a 20 días de ingreso diario de residuos.” (DOF, 2015)

Quintana Roo es uno de los Estados de México que recibe a primer impacto tormentas tropicales y huracanes, por lo que los residuos que se generan son mayores en esas temporadas. De acuerdo a las características mencionadas, en el municipio de Benito Juárez se creó una planta de reciclaje de la empresa TRS Pimsa, Waste Management, la cual invirtió 11 millones de dólares en ésta planta la cual pretende producir energía, composta y productos de plástico y cartón con los residuos generados en el municipio de Benito Juarez e Isla Mujeres y cuenta con un terreno alledaño en el que serán enviados los residuos sólidos generados en caso de ocurrir un desastre natural. (Chan, 2015)

# **CAPÍTULO IV**

## **CONCLUSIONES**

#### **4. CONCLUSIONES**

La importancia de la información resultante de los estudios de generación per cápita de los residuos sólidos, sirven para tener una mejor estimación de lo que se genera en cada vivienda del área muestreada. Los datos son más apegados a la realidad y dicha información permite tener una mejor certeza de la magnitud de la problemática que representan los residuos sólidos.

Al igual que el conocer la información per cápita de la población de acuerdo a los residuos generados, es que se torna como herramienta para una mejor toma de decisiones, que de igual manera es aplicable para grandes o medianas comunidades, así como diferentes localidades.

Cabe recordar que una buena planeación y gestión, hace que los servicios de limpieza, recolecta y disposición final sean más seguros y eficaces, así como representa una reducción de costos operativos y se tiene una mejor imagen urbana.

Es de suma importancia para la gestión integral de los residuos, realizar diversos estudios de generación y caracterización de residuos, se citaron algunos de los estudios realizados sobre el tema de residuos sólidos, de esta manera se podría tener un mejor panorama para cuantificar y dimensionar la problemática de la institución o localidad y con ello lograr consolidar las potenciales alternativas para la solución y buen manejo, aprovechamiento, reúso y reciclado de los diferentes tipos de residuos.

Otro punto importante descrito en el presente, son los sitios de disposición final, en los cuales falta mucho camino por recorrer y un arduo trabajo por realizar para poder cumplir con la legislación actual, se deben mantener las condiciones necesarias para aquellos residuos no aprovechables, o bien, lo que llamamos basura. En este punto resalto su importancia porque desde aquí, es donde se ve reflejado el buen manejo y la gestión integral de los residuos, debido a la

cantidad de tiraderos clandestinos y rellenos sanitarios, que no cuentan con ningún tipo de control o no cubrieron los requerimientos básicos e importantes desde el momento de su construcción.

La sobrepoblación, y el rápido crecimiento poblacional aunado a los nuevos asentamientos urbanos regulares e irregulares, forman parte de la gestión de un gobierno y también se ve impactado el tema de los residuos sólidos urbanos, no solamente afectan la imagen ambiental, sino su salud y pone en riesgo a la misma población humana por posibles enfermedades por vectores, contaminación de reservas de agua, las cuales funcionan como abastecedores del vital líquido a las diferentes poblaciones así como también a diversos seres vivos.

El tema de los residuos sólidos no es menos importante que otros, después de tocar cada punto y visualizar el impacto de realizar y no realizar los estudios, se tienen cambios drásticos y se ven reflejados en cada institución o localidad. Una buena planeación, manejo y gestión de los residuos sólidos tiene un gran impacto para cada especie y hábitat.

Es responsabilidad de las instancias lograr esto, pero el verdadero impacto reside en cada uno de los habitantes, quienes, con un poco más de conciencia ambiental y unas mejores costumbres; sobre la cultura del reciclado, reuso, aprovechamiento y sobre todo de conocer la manera correcta de disponer aquellos artículos o residuos que ya no tienen uso para nosotros, se puede lograr este manejo de residuos sólidos de manera correcta y con grandes beneficios para todos.

Todos somos generadores de residuos y todos tenemos responsabilidad para la solución.



# **CAPÍTULO V**

# **BIBLIOGRAFÍA**

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Acero Pérez, J. (2015). *La Gestión de los Residuos en Augusta Emerita (Mérida, España) Siglos I a.C - VII d.C.* (Vol. I). Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.* Washington : Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana.
- Alonso Marrufo , E. R., & Paz Hernández, C. (5 de Julio - Octubre de 2014). Solid waste generation and management in coastal zone natural protected areas: case study in Holbox, Quintana Roo. *Sociedad y Ambiente*, 1(5), 92-114.
- ARROYO, L. N. (1993). Desastre Natural: Un Concepto Cambiante. *Revista Geográfica de America Central*, 28, 11-14.
- Ávila Vera, E., Alcantara, D., Fernández Valverde, S., & Hernández Berriel, M. (Abril de 2009). Caracterización de los residuos de frutas y verduras producidos en la central de abastos de la ciudad de Toluca para la generación de hidrógeno por vía biológica. *II Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos*, 58-67.
- Ay Robertos, F. A., Brickman, W. E., & Ayllón Trujillo, M. T. (2010). Final disposition of solid waste in the counties of Benito Juárez and Isla Mujeres in Quintana Roo. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 14(3), 197-207.
- Blázquez, J. M., Remesal, J., & Rodriguez, E. (1994). *Excavaciones arqueológicas en el Monte Testaccio (Roma)*. (J. Blázquez, J. Remesal, & E. Rodriguez, Edits.) Madrid: José María Blázquez Martínez.
- Carreras Monfort, C. (2009). *La gestión de los residuos urbanos en Hispania: Arqueología y fuentes*. (J. Remolà Valverdú, & J. Acero Pérez, Edits.) Mérida, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Chan, I. (21 de Agosto de 2015). *Novedades Quintana Roo*. Obtenido de SIPSE: <https://sipse.com/novedades/separacion-de-residuos-solidos-urbanos-quintana-roo-166515.html>
- Consellería del Medio Ambiente de Cataluña. (2001). *Programa de Gestión de Residuos Municipales 2001 - 2006*. Barcelona: Generalitat de Cataluña.
- Cortés Pérez, M., Curiel Olivera, M., & Perez Belmonte, N. (2010). Análisis comparativo de estudios de generación y caracterización de los residuos sólidos urbanos en 2 localidades de la Sierra Norte del Estado de Oaxaca. *III Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos*, 15-24.
- Coutinho Nóbrega, C., Livia de Medeiros Pereira, S., & Barbosa A, G. (2011). Caracterização do lodo residual das lagoas de lodo da estação de tratamento de água – estudo de caso: ETA – Gramame. En S. Ojeda Benitez, S. E. Cruz Sotelo, P. Taboada González, & Q. Aguilar Virgen, *4 Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos y 4 Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. México D. F.* (págs. 8-14). Universidad Autónoma de Baja California.
- Cruz Rodrigues, M. L. (2005). *A caracterização de resíduos sólidos no âmbito da sua gestão integrada*. Portugal. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1822/4882>

- D.O.F. (08 de Octubre de 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos . México.
- D.O.F. (20 de Octubre de 2004). Diario Oficial de la Federación. Hace pública la NOM-083-SEMARNAT-2003. México.
- D.O.F. (23 de Junio de 2006). Diario Oficial de la Federación. Detalle de la NOM-052-SEMARNAT-2005. México.
- D.O.F. (08 de Febrero de 2012). Diario Oficial de la Federación. Artículo 4 reformado de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- D.O.F. (1 de Febrero de 2013). Diario Oficial de la Federación. NOM-161-SEMARNAT-2011. México.
- D.O.F. (05 de Junio de 2018). Diario Oficial de la Federación. Reforma a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México.
- Díaz Archundia, L. V., Hernández Berriel, M. C., Mañón Salas, M. C., & Buenrostro Delgado, O. (2014). Situación actual de la disposición final de los residuos sólidos urbanos en el mundo. En *Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos* (págs. 273-278). Toluca: Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C.
- DOF. (04 de Agosto de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental. *Diario Oficial de la Federación* . México.
- Duran de la Fuente, H., Cubillos, G., Acuña , G., Otero, F., Giaimo, S., Friedman, C., . . . Leal, J. (1997). *Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos Sólidos. Un Enfoque de Política Integral*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y El Caribe de las Naciones Unidas.
- El Metropolitano Digital. (17 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://www.elmetropolitano.com/2018/03/amplian-capacidad-de-relleno-sanitario-de-la-union/>
- ESPINOZA, G. A. (1990). El manejo de los desastres naturales: Conceptos y definiciones básicas aplicadas a Chile. *Medio Ambiente y Urbanización*, 30, 21-30.
- Francisco, A. A., & Rodriguez, Y. (2010). Characterization of household solid waste in west Santo Domingo, Santo Domingo Province, Dominican Republic (I). *CIENCIA Y SOCIEDAD*, 35(4), 566-587.
- García González, C., Montero Alpírez, G., Coronado Ortega, M., & Acosta Gómez , M. (2011). Biocombustibles: una alternativa para la disposición de residuos del cultivo de trigo en el Valle de Mexicali. *Hacia la sustentabilidad: Ls residuos como una fuente de energía y materia prima*, 337-342.
- Guevara Franco, J. L., & Flores Castillo, L. P. (2011). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Quintana Roo. *Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima* (4), 31-35.
- Guevara Franco, J. L., Flores Castillo, L. P., Canul Azcorra, S., Aburto Espinosa, D., & Romero Campos, G. (2011). Caracterización y cuantificación de subproductos de residuos sólidos en las playas del sur de Costa Maya, Quintana Roo. En S. Ojeda Benitez, S. Cruz Sotelo, P. Taboada González, & Q. Aguilar Virgen, *Hacia la sustentabilidad: los residuos sólidos como fuente de materia prima y energía* (págs. 60-63). Universidad Autónoma de Baja California.

- Guzmán Chavez, M., & Macías Manzanares, C. H. (2012). *The management of municipal solid waste: an anthropological approach. The case of San Luis Potosí, México.* (Vol. 20). Hermosillo, Sonora, México: Estudios Sociales.
- Hernandez Espinoza, J. D., & Ramos Guevara, E. (2010). Guía básica para la atención de residuos sólidos en caso de desastres para el Estado de Quintana Roo.
- Jiménez Martínez, N. M. (Marzo de 2015). Solid waste management in México: Between the intention and reality. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales.*(17), 29-56. doi: 10.17141/letrasverdes.17.2015.1419
- Márquez-Benavides, L. (2011). Residuos sólidos:. (L. Márquez-Benavides, Ed.) *Libros en Red, 1*, 22-23.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Mayo de 2017). Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana. *Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos.* República Dominicana. Obtenido de <http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/03-Recolecti%C3%B3n-y-Transporte-RS.pdf>
- OPS. (2003). *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre.* (Vol. I). Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud.
- P.O. (18 de Junio de 2019). Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. *Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.*
- Pancardo Lu, A., Espinosa Valdemar, R., Meléndez Estrada, J., & Delfín Alcalá, I. (2010). Generación y caracterización de residuos sólidos en Ayahualulco, Veracruz. *III Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos*, 75-79.
- Pimenta Velloso, M. (15 de 10 de 2007). *Agência Fiocruz de Notícias, Saúde e ciência para todos.* (F. Marques, I. Cruz, Editores, & ) Obtenido de Pesquisa aborda a percepção sobre os resíduos da Idade Média aos dias de hoje: <https://agencia.fiocruz.br/pesquisa-aborda-a-percep%C3%A7%C3%A3o-sobre-os-res%C3%ADduos-da-idade-m%C3%A9dia-aos-dias-de-hoje>
- PROFEPA. (05 de 09 de 2016). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos . México.
- PROFEPA. (05 de Septiembre de 2016). Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México.
- Puerta Echeverri, S. M. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. *Revsta Lasallista de Investigación, I(I).*
- Ramón García, E., & Romellón Cerino, M. J. (2009). Láminas de cartón a partir del reciclaje. *II Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos*, 115-119.
- Recytrans. (Junio de 2013). *Soluciones Globales para el Reciclaje.* (RECYTRANS, Ed.) Recuperado el 2019
- Rojas Remis, R., & Mendoza Espinosa, L. G. (2011). El potencial de generación de energía eléctrica empleando biosólidos como fuente de materia prima: El caso de la ciudad de Ensenada, Baja California. *Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima*, 343-348.

- Rueda Lillo, F. J. (2016). *Absorción de contaminantes inorgánicos de un gas de gasificación de RDF mediante sosa caustica*. Recuperado el Mayo de 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70752/fichero/Portada+TFM+esi.pdf>
- Ruiz Morales, M. (Febrero de 2012). Solid waste characterization at the Universidad Iberoamericana, Mexico City. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 93-97.
- Sánchez Sánchez, J. A. (2007). *Generación per-cápita de Residuos Sólidos Municipales. Caso de Estudio: Fraccionamiento Bugambilias, Chetumal, Quintana Roo*. Chetumal, Quintana Roo.
- SEDESOL. (2001). Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales. *Secretaría de Desarrollo Social*, 139. Distrito Federal, México.
- SEMARNAT. (10 de Enero de 2017). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Leyes, reglamentos y Normas relacionadas al tema de residuos. México.
- SEMARNAT. (10 de Enero de 2017). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Residuos Sólidos Urbanos (RSU). México.
- SEMARNAT. (01 de Octubre de 2018). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Leyes y Normas del Sector Medio Ambiente. México.
- Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América*. IDB Monographs, Infrastructure and Environment Sector. Water and Sanitation Division, WSA.
- Sánchez Olguín, G. (2007). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo (Tesis doctoral)* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.