

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES**

**ANÁLISIS JURÍDICO EN LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE
EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

KATHERINE MARLEN OROZCO GIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

ANÁLISIS JURÍDICO DE LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE
EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

KATHERINE MARLEN OROZCO GIL

Previo a conferírsele el grado académico de

LICENCIADA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

y los títulos profesionales de

ABOGADA Y NOTARIA

Guatemala, noviembre de 2010.



**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO: Lic. Bonerge Amílcar Mejía Orellana
VOCAL I: Lic. César Landelino Franco López
VOCAL II: Lic. Gustavo Bonilla
VOCAL III: Lic. Luis Fernando López Díaz
VOCAL IV: Br. Mario Estuardo León Alegría
VOCAL V: Br. Luis Gustavo Ciraiz Estrada
SECRETARIO: Lic. Avidán Ortiz Orellana

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

Primera Fase:

Presidente: Licda. Liliana Irasema Araujo Pérez
Vocal: Lic. Obdulio Rosales Dávila
Secretario: Lic. José Luis Vallecillos Morales

Segunda Fase:

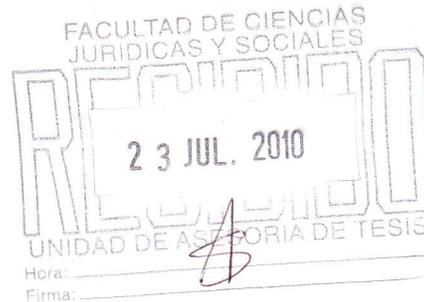
Presidente: Lic. Ronan Arnoldo Roca Menéndez
Vocal: Lic. Ronald David Ortiz Orantes
Secretario: Lic. David Sentés Luna

RAZÓN: "Únicamente el autor es responsable de las doctrinas sustentadas y contenido de la tesis." (Artículo 43 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público.)



Guatemala, 22 de Julio del dos mil diez.

Lic. Marco Tulio Castillo Lutín
Jefe de la Unidad de Tesis
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad de San Carlos de Guatemala



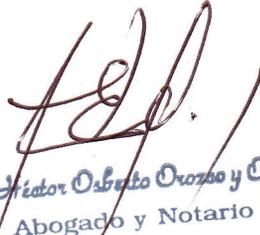
Lic. Castillo Lutín:

De manera atenta me permito saludarle y hacer de su conocimiento que he asesorado el trabajo de investigación de tesis de la bachiller **KATHERINE MARLEN OROZCO GIL**, con el Tema intitulado "Análisis Jurídico de la Regulación Nacional de la Extracción y Recolección de Desechos Sólidos Renovables y no Renovables en la Ciudad de Guatemala", luego de varias sesiones de análisis y correcciones, se optó por renombrar el Tema de la forma siguiente: **ANÁLISIS JURÍDICO EN LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, por lo que considero procedente dictaminar respecto a la asesoría efectuada en el presente trabajo de investigación de tesis, ya que las correcciones sugeridas se realizaron, estimando que el trabajo llena los requisitos reglamentarios para ser considerado y discutido como Tesis de graduación de la autora.

El tema seleccionado por la autora reviste de suma importancia, ya que el cambio climático que afecta nuestro país, va vinculado estrechamente con la contaminación que causan los desechos sólidos. En el presente trabajo de investigación de tesis se determina que debe existir un reglamento municipal que regule la forma de separación de los desechos para que la forma de recolección sea la más conveniente, así como su disposición final en vertederos que llenen los requisitos necesarios para el tratamiento de los desechos, disminuyendo así los daños ambientales causados por los desechos sólidos.

Se establece que se ha utilizado el método analítico en la investigación del presente trabajo de tesis, ya que ha consistido en observar las causas, la naturaleza y los efectos, y mediante el análisis se han observado y examinado los efectos negativos que producen los desechos sólidos en la sociedad guatemalteca, los cuales requieren una normativa específica para su tratamiento.

Bufete Jurídico
21 Calle 2-21, 2º. Nivel
Zona 1, Ciudad de Guatemala
Tel. 2221-1376


Lic. Hector Osberto Orozco y Orozco
Abogado y Notario



En cuanto a la forma de redacción ha sido clara y práctica para su fácil comprensión. Las conclusiones y recomendaciones, son objetivas y concretas, las cuales se enfatizan al problema que se ha desarrollado en el presente trabajo de investigación de tesis. Integrando dentro del trabajo una información bibliográfica bastante completa.

Estableciendo que el presente trabajo de investigación de tesis, se apegó a la asesoría prestada, y que el contenido científico, técnico y la metodología utilizada se basa en los presupuestos exigidos por el Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura de Ciencia Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, Artículo 32.

Por lo anteriormente expuesto en mi calidad de Asesor de trabajo de investigación de tesis, me permito emitir **DICTAMEN FAVORABLE**, en el sentido de que el trabajo de tesis de la autora amerita seguir su trámite de revisión hasta su total aprobación.

Sin otro particular, me suscribo muy atentamente como su servidor.

Lic. Héctor Osberto Orozco y Orozco
Colegiado No. 5,068
Asesor de Tesis

Lic. Héctor Osberto Orozco y Orozco
Abogado y Notario

Bufete Jurídico
21 Calle 2-21, 2º. Nivel
Zona 1, Ciudad de Guatemala
Tel. 2221-1376

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS
JURÍDICAS Y SOCIALES

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, C. A.



UNIDAD ASESORÍA DE TESIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES. Guatemala, veintinueve de julio dos mil diez.

Atentamente, pase al (a la) LICENCIADO (A) MENFIL OSBERTO FUENTES PÉREZ, para que proceda a revisar el trabajo de tesis del (de la) estudiante KATHERINE MARLEN OROZCO GIL, Intitulado: "ANÁLISIS JURÍDICO EN LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA".

Me permito hacer de su conocimiento que está facultado (a) para realizar las modificaciones de forma y fondo que tengan por objeto mejorar la investigación, asimismo, del título de trabajo de tesis. En el dictamen correspondiente debe hacer constar el contenido del Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, el cual dice: "Tanto el asesor como el revisor de tesis, harán constar en los dictámenes correspondientes, su opinión respecto del contenido científico y técnico de la tesis, la metodología y técnicas de investigación utilizadas, la redacción, los cuadros estadísticos si fueren necesarios, la contribución científica de la misma, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía utilizada, si aprueban o desaprueban el trabajo de investigación y otras consideraciones que estimen pertinentes".


LIC. MARCO TULLIO CASTILLO LUTÍN
JEFE DE LA UNIDAD ASESORÍA DE TESIS

cc. Unidad de Tesis
MTCL/ell.

"BUFETE JURIDICO PROFESIONAL"

LIC. MENFIL OSBERTO FUENTES PEREZ
ABOGADO Y NOTARIO



Guatemala, 10 de Agosto del 2,010

Licenciado

Marco Tulio Castillo Lutín

Jefe de la Unidad Asesora de Tesis

**Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Su despacho:

Licenciado Castillo Lutín:



Conforme providencia de fecha veintinueve de Julio del dos mil diez, me permito dirigirme a usted en mi calidad de revisor de la Tesis de Grado de la Bachiller **KATHERINE MARLEN OROZCO GIL**, intitulado "ANÁLISIS JURÍDICO EN LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA" a lo cual me es grato manifestarle lo siguiente:

- He realizado la revisión de mérito al trabajo de tesis relacionado con la importancia de regular para un control específico la forma de extracción, recolección y disposición final de los desechos sólidos, así mismo el contenido científico de la tesis, abarca las etapas del conocimiento y el planteamiento del problema jurídico, así mismo la recolección de la información realizada por la sustentante es la adecuada.
- La redacción empleada es la correcta y la estructura formal de la tesis se realizó en una secuencia ideal para un claro entendimiento.
- Así como también se utilizaron los siguientes métodos de investigación: analítico, con el que se determinó la importancia de implementar un reglamento para los desechos sólidos; el sintético, por medio de éste método se determinaron la deficiencias de las normas en materia ambiental sobre los desechos sólidos.
- Los objetivos se alcanzaron al establecerse con ellos lo fundamental de la norma que regule los desechos sólidos en la ciudad capital de Guatemala, y se comparó con la práctica dentro del sistema ambiental guatemalteco y con ello se aportaron recomendaciones para establecer urgente necesidad de crear la norma, objeto del estudio.
- La tesis constituye un aporte científico para la sociedad guatemalteca y personalmente me encargué de guiar a la sustentante por los lineamientos del proceso investigativo, empleando los métodos y técnicas de investigación anotados.

Lic. Menfil Osberto Fuentes Pérez
Abogado y Notario

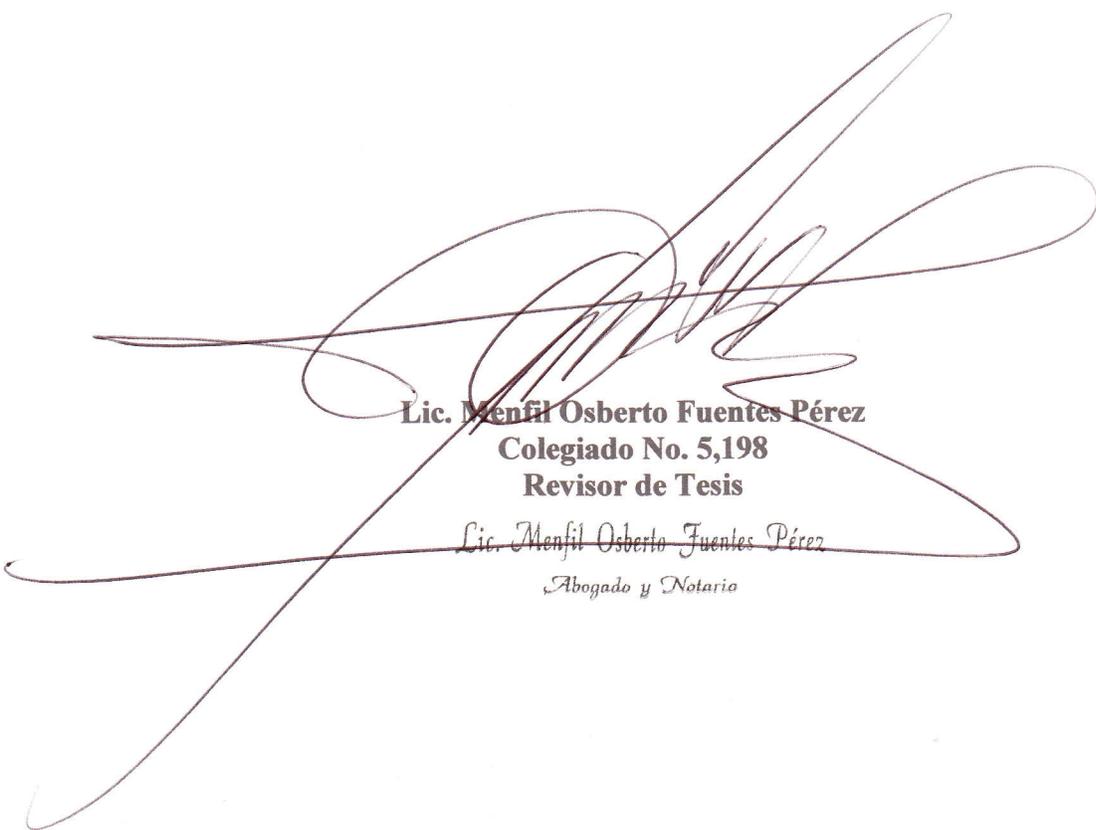
"BUFETE JURIDICO PROFESIONAL"

LIC. MENFIL OSBERTO FUENTES PEREZ
ABOGADO Y NOTARIO



Encontrando que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos, resulta procedente emitir el **DICTAMEN FAVORABLE** correspondiente en base al Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis previo a optar el título de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, así como del Examen General Público, el cual dice así: **"Tanto el asesor como el revisor de tesis, harán constar en los dictámenes correspondientes, su opinión respecto del contenido científico y técnico de la tesis, la metodología y técnicas de investigación utilizadas, la redacción, los cuadros estadísticos si fueren necesarios, la contribución científica de la misma, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía utilizada, se aprueban o desaprueban el trabajo de investigación y otras consideraciones que estimen pertinentes"**.

Sin otro particular, aprovecho suscribirme de usted,



Lic. Menfil Osberto Fuentes Pérez
Colegiado No. 5,198
Revisor de Tesis

Lic. Menfil Osberto Fuentes Pérez
Abogado y Notario



DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES.

Guatemala, diez de noviembre del año dos mil diez.

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la Impresión del trabajo de Tesis del (de la) estudiante KATHERINE MARLEN OROZCO GIL, Titulado ANÁLISIS JURÍDICO EN LA REGULACIÓN NACIONAL EN LA FORMA DE EXTRACCIÓN, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Artículos 31, 33 y 34 del Normativo para la elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público.-

MTCL/sllh.





DEDICATORIA

- A DIOS:** Por brindarme la vida, sabiduría e iluminarme para alcanzar esta meta.
- A MI MADRE:** Nora Marleny Gil Serrano de Orozco, por tu constante amor, tus múltiples esfuerzos, apoyo incondicional y palabras de aliento en todo momento.
- A MI PADRE:** Lic. Esgar Jesús Orozco Bautista, porque con tu ejemplo de trabajo, honestidad y honradez, me has guiado para lograr este sueño, siendo tú un gran ejemplo a seguir.
- Este logro es una honra para ustedes, los amo.
- A MI HERMANO:** Alejandro, espero que te sirva de motivación.
- A MI SOBRINA:** Ailyn, has llenado nuestro hogar de felicidad, y espero verte triunfar.
- A MIS ABUELITAS:** Fulgencia Bautista (Q.E.P.D.), por su ejemplo como gran mujer.
Berta Serrano (Mama), por su motivación y cariño, este logro también es de usted.
- A MIS TÍAS Y TÍOS:** Tere por su gran amor, Berta, Ileana, Graciela, Lina, Edgar, Pedro, Enriqueta y Juan, por su apoyo.
- A MIS PRIMAS Y PRIMOS:** Liz, Leonel, Tony, Marito, Rony, Nori, Berti, Sioma, Rosi, Jenny, Herberth, Zenia, Sandrita, Paty, Jonathan, Alex, Fati, Diego, Ariana, Estef, Pablito, María, Javi, Pedrito, Rodrigo por su cariño y apoyo.
- A MIS AMIGAS:** De la U, en especial a Ligia, Alis, Yoli, Majo, Brenda, Karen, Shilenka, Gaby, Nelly, Mildred y Cony por los gratos recuerdos que nos unen, y a Jhenni, Cintia, Angélica, Karina, Marielos y Griz, a todas gracias por su valiosa amistad.
- A MIS AMIGOS:** En especial a Eddy, Guichi, Roberto, Rubén, Fernando, Hugo, Jesús por la gran amistad, y a Carlos gracias por tu apoyo.



A LOS PROFESIONALES:

Héctor Orozco, Menfil Fuentes, Héctor Sánchez, Edgar Castillo, Estuardo Castellanos, Víctor Monterroso y Erika Aquino, gracias por sus enseñanzas y palabras de aliento.

A:

Los presentes, gracias por las muestras de apoyo.

A MI ALMA MATER:

La gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, con eterna gratitud, en especial a la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

A:

Mi Guatemala linda, porque anhelo que siga siendo el país de la eterna primavera.

ÍNDICE

Pág.

Introducción.....	i
-------------------	---

CAPÍTULO I

1. Desechos sólidos.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Definición de desechos sólidos.....	6
1.3. Clasificación de los desechos sólidos.....	6
1.3.1. Desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.....	7
1.3.2. Desechos sólidos municipales.....	8
1.3.3. Desechos sólidos domiciliarios.....	9
1.3.4. Desechos sólidos hospitalarios.....	9
1.3.5. Desechos sólidos industriales.....	12
1.3.6. Desechos sólidos peligrosos.....	13
1.4. Disposición final de los desechos sólidos.....	31

CAPÍTULO II

2. El desarrollo de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala.....	39
2.1. Cantidades estimadas de desechos sólidos producidos.....	41
2.2. Municipio de Guatemala.....	42
2.3. Principios vulnerados.....	48
2.4. Legislación vigente en Guatemala que regule los desechos sólidos.....	50
2.5. Colapso en el sistema jurídico ambiental.....	52



CAPÍTULO III

Pág.

3. Los impactos en el ambiente por la producción de desechos sólidos.....	55
3.1. Medidas de acción para un mejor manejo de los desechos sólidos.....	57
3.2. Reciclaje.....	60
3.2.1. Métodos de separación de desperdicios utilizados en el proceso de reciclaje.....	63
3.2.2. Análisis de los impactos ambientales en Guatemala por la producción de desechos sólidos.....	64
3.3. Producción de desechos en una sociedad tecnificada.....	67
3.3.1. Flujo de materiales y producción de desechos.....	67
3.4. El efecto de los avances tecnológicos.....	68

CAPÍTULO IV

4. Soluciones a los problemas que conlleva la forma de extracción, recolección y disposición final de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala.....	71
4.1. Implementación del plan de manejo integral de desechos sólidos.....	75
4.1.1. Aspectos técnicos.....	78
4.1.2. Diagnóstico.....	79
4.1.3. Selección del sitio de disposición final.....	80
4.1.4. Evaluación del impacto ambiental.....	83
4.2. Sistemas de recolección y recuperación.....	84
4.2.1. Tipos de desechos y las seis "R".....	85
4.2.2. Sistemas de reciclaje.....	87
4.2.3. Separación.....	96
4.2.4. Desechos peligrosos.....	99
4.2.5. Opciones de servicios y vehículos de recolección.....	101
4.2.6. Centros de transferencia.....	104
4.2.7. Optimización de sistemas de recolección.....	106



Pág.

4.3. Tratamiento de los desechos sólidos.....	107
4.4. Disposición final de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala.....	109
4.5. Los rellenos o vertederos sanitarios.....	110
4.5.1. Requerimientos generales de los rellenos o vertederos sanitarios....	111
4.5.2. Tipos de rellenos o vertederos sanitarios.....	112
4.5.3. Clasificación de rellenos o vertederos sanitarios.....	114
4.5.4. Criterios ambientales en rellenos o vertederos sanitarios.....	117
4.5.5. Zonas de exclusión.....	119
4.5.6. Actividad biológica dentro del relleno sanitario.....	120
4.5.7. Impactos ambientales de los rellenos o vertederos sanitarios.....	125
4.6. Planteamiento de una política municipal de manejo ambiental de los desechos sólidos.....	129
CONCLUSIONES.....	135
RECOMENDACIONES.....	137
BIBLIOGRAFÍA.....	139



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis se basa en la problemática que se ha desatado durante los últimos años en relación al medio ambiente, y cómo ha venido deteriorándose a consecuencia del crecimiento acelerado de la población e industrialización. La población se ha densificado, y a consecuencia de esto incrementa la producción de grandes cantidades de desechos, siendo uno de los principales indicadores de contaminación; lo que ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales y los ecosistemas, consecuentemente es alarmante ver los desechos dispersos en cualquier área de la nación.

Con esta investigación se pretende, establecer la necesidad que existe en Guatemala de aprovechar todos los recursos al alcance, para procurar una sociedad con un medio ambiente más sano. Dentro de estos recursos se encuentran los desechos sólidos, que bien pueden utilizarse como medio para crear nuevas fuentes de trabajo, nuevas industrias y sobre todo mejorar el medio ambiente. Asimismo, se considera necesario la creación de una ley que regule la forma de tratamiento de los desechos sólidos, su clasificación, recolección, transporte y destino final o depósito en rellenos sanitarios que cumplan los requisitos necesarios de ubicación, diseño, control y salubridad.

Actualmente no existe una regularización específica en la forma de extracción y recolección de los desechos sólidos a nivel capitalino. Lo anterior se ve reflejado en el incremento del número de libras de basura que diariamente recoge la municipalidad de la ciudad de Guatemala, en la calle, en los hogares y en la industria y en el comercio.



La metodología utilizada fue analítica y sintética en conjunto con la lógica-deductiva e inductiva, con el fin de poder dividir, identificar y analizar toda la información recopilada, y con esto poderla utilizar de forma adecuada para plasmarla con sentido y orientación al punto de enfoque. Además, se utilizó la técnica bibliográfica al consultar bibliografías de autores nacionales e internacionales, así como la legislación pertinente al medio ambiente.

El presente trabajo de tesis se encuentra comprendido en cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera: el primer capítulo describe los antecedentes, generalidades y clasificación de los desechos sólidos; el segundo capítulo explica el desarrollo que ha tenido en Guatemala el manejo y la legislación de los desechos en la ciudad; el tercer capítulo detalla el impacto, efectos y consecuencias que provocan los desechos sólidos, así como una breve señalización de los rellenos sanitarios que operan en la ciudad; el capítulo cuarto establece posibles soluciones a los problemas que ocasionan los desechos sólidos, con estrategias y proyectos de extracción, recolección y disposición final de los mismos.

El presente trabajo de investigación plantea la necesidad de reglamentar de forma integral el manejo de los desechos sólidos a nivel municipal.



CAPÍTULO I

1. Desechos sólidos

El hombre y los animales han usado los recursos de la tierra para sustentar la vida y crear desechos desde tiempos ancestrales. En tiempos antiguos, la disposición de desechos humanos y de otra naturaleza no presentó un problema significativo, debido a que la población era pequeña y la cantidad de tierra disponible para la asimilación de desechos era grande.

Hoy día se habla de aprovechar el valor energético y fertilizante de los desechos sólidos, pero el agricultor de los tiempos antiguos hizo un intento más audaz de esto; pues todavía se pueden ver indicaciones de reuso en las prácticas agrícolas primitivas, como el tratamiento de basura orgánica como abono en muchas naciones en desarrollo, donde los granjeros recirculan desechos sólidos por su valor combustible o fertilizante.

1.1. Antecedentes

Los problemas con la disposición de desechos sólidos pueden ser encontrados desde el tiempo en que los seres humanos empezaron a congregarse en tribus, poblaciones y comunidades y la acumulación de desechos se convirtió en una consecuencia de la vida. La dispersión de alimentos y otros desechos sólidos en ciudades medievales, la práctica de botar desechos en calles sin pavimentar, carreteras y terrenos desocupados



condujo a la procreación de roedores con su compañía de pulgas, acarreado gérmenes de enfermedades, y la erupción epidémica de las pestes. Así mismo, la falta de planes para el manejo de los desechos sólidos condujo a epidemias de pestes, la muerte negra, que mató a la mitad de los europeos en el siglo catorce, ocasionó muchas epidemias subsiguientes y un elevado número de muertes.

No fue hasta el siglo diecinueve que las medidas de control de salud pública se convirtieron en una consideración vital de los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta de que los desechos de alimentos se debían recolectar y disponer en forma sanitaria, para controlar vectores de enfermedades.

La generación de desechos sólidos es parte indisoluble de las actividades que realiza una sociedad. El depósito y almacenamiento fue el primer destino de los desechos humanos. Pero anteriormente no tenía consecuencias ya que todos estos desechos eran desechos biodegradables.

En la Edad Media, los desechos urbanos se vertían en las calles o en los ríos. Esto planteaba problemas de salud. Algunos desechos se recuperaban de la basura para su reciclado.

En el siglo XIX, se descubre que la higiene es importante para prevenir las enfermedades y en 1883, el Prefecto de París, Eugene Poubelle, obliga a los pobladores a arrojar sus desechos en un contenedor, que fue bautizado con el nombre de basurero.



Por lo tanto, la recolección de basura empieza a ser desarrollada por las comunidades (municipios, aldeas, ciudades o grupos de países) responsables de dicha recolección y el tratamiento de los desechos. Hoy día, una gran mayoría de las comunidades han creado sus propios sistemas de recolección de desechos domésticos e inclusive industriales.

Desde los años setenta, principian los Estados más desarrollados a buscar soluciones a los problemas causados por la explosión demográfica. El hacinamiento en las grandes ciudades como Nueva York, Londres o México, y el avance de la tecnología, que en menos de un siglo ha cambiado por completo la forma de vida de millones de seres humanos alrededor de todo el planeta, aunque ha traído gran beneficio a la humanidad, también ha acarreado grandes males, tales como: el efecto llamado de invernadero, la degradación de la capa de ozono, la lluvia ácida, la contaminación de los mantos acuíferos, entre otros.

Producto del inadecuado manejo de los desechos sólidos, en un Estado como Guatemala, el cual se encuentra en vías de desarrollo, también se observan los problemas que traen consigo la industrialización y el desarrollo. Precisamente, uno de los problemas más visibles es el de los desechos sólidos, ya que donde quiera que se vaya se encuentran con calles llenas de basura, basureros clandestinos y problemas en los rellenos o vertederos sanitarios, por ejemplo el de la zona tres, el cual es un foco de enfermedades y delincuencia.



Existen dos grandes fuentes de desechos sólidos determinados por las actividades humanas: las actividades de producción y el consumo. En principio, las actividades de mayor generación de desechos sólidos en el campo de producción son las industriales y las mismas poseen diferentes grados de riesgo para el ser humano. En cuanto al consumo, la mayor parte de generación de desechos se da en centros poblados, y sobre todo en aquellos donde existe mayor acceso a los productos industriales. En este sentido, los desechos sólidos producto del consumo de alimentos procesados industrialmente parecen ser uno de los elementos más importantes en los centros poblados.

El acelerado crecimiento poblacional, la urbanización y los patrones de producción y consumo de la sociedad guatemalteca, han ocasionado como resultado un incremento en la generación de desechos sólidos y la particular composición y acumulación de los mismos.

Si bien parece ser un problema urgente de resolver y que preocupa a la mayoría de sectores (autoridades municipales, gobierno, iniciativa privada, sociedad civil, organizaciones no gubernamentales), las acciones por abordar la problemática de manera integral, responsable y eficiente son escasas a nivel nacional; un ejemplo de ello es la existencia de apenas siete plantas de tratamiento de desechos sólidos hasta el 2004, de las cuales únicamente dos funcionaban adecuadamente, la que está ubicada en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez y la de Antigua Guatemala. Los datos más recientes evidencian, no obstante, importantes mejoras en lo concerniente a la cobertura de recolección de basura, particularmente en el área



urbana. La recolección de los desechos sólidos se ve dificultada en el área rural por la alta dispersión de los poblados y comunidades y los hábitos culturales de quemar y enterrar la basura. Sin embargo, está es únicamente una de las etapas del manejo no integrado de los desechos sólidos.

No existe ninguna experiencia, a nivel municipal, de una clasificación eficiente y sistematizada de la basura, mientras los porcentajes de reciclaje y reutilización de desechos a nivel nacional son muy bajos aún. Por otro lado, existe bastante desinformación e incertidumbre acerca de la generación y disposición final de los desechos sólidos industriales, a la vez que proliferan por todo el país una cantidad alarmante de basureros clandestinos.

Los sitios de disposición final, utilizados por los municipios, no reúnen los requisitos mínimos de tratamiento e infraestructura.

En ese sentido, se hace necesario que el gobierno asuma acciones que permitan un manejo eficiente de los desechos a todo nivel, a la vez que se promueva una cultura que permita una mayor conciencia y eficiencia en la utilización de las materias primas en los procesos industriales. Las experiencias de la utilización de los propios desechos por parte de algunos sectores productivos del país, como lo son las recicladoras, permiten argumentar que es viable un mejor manejo y utilización de los mismos.



1.2. Definición de desechos sólidos

Hablar de desechos sólidos incluye todos aquellos materiales inútiles y dañinos (con alto grado de peligrosidad). Esto incluye la basura municipal, los desechos generados por las actividades comerciales e industriales, el lodo y sedimento de las aguas negras o servidas, los desperdicios resultantes de las operaciones agrícolas y de la cría de animales y otras actividades relacionadas, los desechos por demolición y los desechos de la minería. Los desechos sólidos también se refieren a los líquidos y gases en envase, con la sola excepción de las excretas humanas.

El Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, Acuerdo del Consejo número 028-2002, define los desechos como: "Los materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, pero que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje".

1.3. Clasificación de los desechos sólidos

Un desecho es definido según el estado físico en que se encuentre. Existen por lo tanto tres tipos de desechos desde este punto de vista: sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo



asociado: por ejemplo un tambo con aceite usado y que es considerado desecho, es intrínsecamente un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica. En general, un desecho también puede ser caracterizado por sus características de composición y generación. Los desechos sólidos se clasifican dependiendo de la actividad que los origine así como su composición.

1.3.1. Desechos sólidos orgánicos e inorgánicos

Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional, sin prever los riesgos que causan a la salud y el medio ambiente.

a) Desechos sólidos orgánicos

Se les denomina así a los desechos biodegradables que son putrescibles). “Restos de alimentos, desechos de jardinería, desechos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal”.¹

b) Desechos sólidos inorgánicos

(Se les denomina a los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como inertes). “En el sentido que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el calor estético del mismo y

¹Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. IARNA. **Perfil ambiental de Guatemala**. Pág. 172.



puede ocasionar accidentes a las personas y demás seres vivos, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Desechos sólidos generales: papel y cartón, vidrio, cristal y cerámica, desechos de metales y/o que contengan metales, madera, plásticos, gomas y cueros, textiles (trapos, gasas, fibras).

- Desechos sólidos pétreos: piedras, rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.

- Desechos industriales: La cantidad de desechos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso, entre éstos están los de la industria, textil, maquinarias, automovilística, goma y curtido de cueros, petróleo, química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola, etc.”²

1.3.2. Desechos sólidos municipales

“Conjunto de desechos generados en casas de habitación, parques, jardines, vías públicas, oficinas, sitios de reunión, mercados, comercios, bienes inmuebles, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y en general,

² Ibid.



todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente los desechos peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación”.³

1.3.3. Desechos sólidos domiciliarios

En el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, Acuerdo del Consejo número 028-2002, se establece qué son los desechos sólidos producto de la actividad doméstica, que por su tamaño, son adecuados para ser recogidos por los recolectores autorizados por la municipalidad. La generación de desechos sólidos domiciliarios se deben recolectar utilizando las proyecciones de población por municipio y departamentos. Los datos del XI Censo de Población y VI de Habitación de 2002, permiten afinar los resultados presentados y establecer con mayor exactitud la generación urbana y rural de desechos domiciliarios.

1.3.4. Desechos sólidos hospitalarios

En el pasado, muchos hospitales simplemente quemaban la basura en las incineradoras. Ahora se sabe que la incineración es una de las principales fuentes de dioxinas altamente tóxicas como el mercurio, plomo y otros contaminantes peligrosos en

³ **Ibid.** Pág. 7.



el aire. La propia industria de la salud tiene la responsabilidad de gestionar los desechos de manera que protejan a la población y al medio ambiente.

Se puede hacer una división a grandes rasgos, de los desechos sólidos hospitalarios comunes y los que no lo son y merecen un manejo diferente hasta su disposición final.

Desechos hospitalarios comunes: El Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, regula que “son todos los desechos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales provenientes de hospitales que no representan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los desechos domésticos comunes, entre éstos: periódicos, flores, papel, desechos de productos no químicos utilizados para la limpieza y enseres fuera de servicio; así como también los desechos de restaurantes tales como: envases, restos de preparación de comidas, comidas no servidas o no consumidas; desechos de los pacientes que no presentan patología infecciosa. Objetos desechables tales como: platos plásticos, servilletas y otros similares”.

Desechos hospitalarios médicos: El Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, regula que “son aquellos producidos durante el desarrollo de actividades por los entes generadores, tales como hospitales públicos o privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, centros clínicos, casas de salud, clínicas odontológicas, centros de maternidad y en general cualquier establecimiento donde se practiquen los niveles de atención humana o veterinaria con fines de prevención, diagnóstico, recuperación, tratamiento o investigación”.

“Los desechos médicos merecen atención y manejo especial. En las áreas metropolitanas, la responsabilidad por el manejo de estos desechos no involucra a la municipalidad; los ministerios de salud o el sector privado se encargan de su separación, recolección y tratamiento adecuado. En municipalidades pequeñas y lejos de las áreas metropolitanas, en cambio, éstos se disponen en los rellenos o vertederos municipales. Generalmente, 85% de los desechos generados en los establecimientos de salud no son peligrosos, ya que se trata de desechos similares a los desechos domiciliarios”.⁴ Un programa de manejo de desechos médicos debe incluir:

- La separación de los desechos peligrosos de los no peligrosos por el personal de salud en el momento de su generación; esto implica capacitación de los empleados y participación de los médicos.
- El aislamiento.
- El transporte separado de los desechos peligrosos.
- La destrucción o disposición aislada de los desechos peligrosos en un lugar especial del relleno sanitario. En el segundo caso, esto implica capacitación y concienciación de todas las personas que trabajan en el sitio de disposición final, incluidos los segregadores (los recolectores de basura).

⁴ Banco Mundial. **Estudio de desechos hospitalarios**. Pág. 102.



El punto más débil de esta cadena ha sido el manejo de los desechos peligrosos separados por los hospitales en América Central, pues se les ha encontrado mezclados con los desechos municipales o manejados incorrectamente por las instituciones. Las opciones para la desinfección de los desechos biológico-infecciosos a fin de eliminar los microorganismos patógenos normalmente se instalan en las áreas metropolitanas, las cuales reciben un volumen apreciable de desechos biológico-infecciosos. Las opciones para la desinfección son:

- Incineración con manejo controlado; las cenizas se disponen en un relleno sanitario. Aunque es una opción común, puede generar sustancias tóxicas.
- Desinfección química con un rango de desinfectante que generalmente se descarga en alcantarillas. Se debe tener cuidado con la disposición final del producto, ya que podría impactar negativamente en el sistema de tratamiento de aguas servidas si el producto se descarga en grandes cantidades directamente al alcantarillado.
- Desinfección termal de alta humedad con autoclave según los reglamentos locales, y bajo presión alta.

1.3.5. Desechos sólidos industriales

Desperdicios orgánicos e inorgánicos descargados por empresas industriales o comerciales. Los desperdicios orgánicos en gran escala tienen su origen en las industrias de alimentos, lecherías, empacadoras de pescado, fábricas de cerveza, fábricas de papel, procesos petroquímicos, fábricas textiles y lavanderías. Los desechos



inorgánicos incluyen ácidos, álcalis, cianuros, sulfuros y sales de arsénico, plomo, cobre, cromo y zinc.

1.3.6. Desechos sólidos peligrosos

Son los desechos de productos generados por las actividades humanas, que ponen sustancial o potencialmente en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados inadecuadamente.

Identificación de desechos peligrosos: Los desechos o desechos peligrosos son aquellos cuyas características se definen como: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o biológico-infecciosos, o bien que contengan algunos de estos componentes. Comprende el enterramiento de los desperdicios, la contención, la eliminación subterránea, la descarga en el mar o cualquier otro método de eliminación. Los métodos de tratamiento químico se emplean para efectuar la completa descomposición del desecho peligroso en gases no tóxicos y más comúnmente, para modificar las propiedades químicas del residuo; por ejemplo, para reducir la solubilidad del agua o para neutralizar la acidez o la alcalinidad.

Desechos peligrosos que afectan a Guatemala

Aceites usados de motor e hidroneumáticos. El aceite usado es "cualquier aceite refinado del petróleo crudo o de origen sintético que haya sido utilizado en los motores



de automóviles y vehículos de transporte, y que durante su uso se mezclaron con impurezas como tierra, partículas de metal, agua y sustancias tóxicas que lo contaminan y afectan sus características físico-químicas y con ello su rendimiento”.⁵

Entre sus componentes tiene diversos elementos contaminantes, tal es el caso de aditivos como el zinc, cadmio, aluminio, plomo, cloro, fósforo, azufre, entre otros, que se añaden al aceite base para conferirle estabilidad, durabilidad y potenciar su calidad lubricante. Los aceites usados son una mezcla muy compleja de compuestos orgánicos derivados de los procesos de oxidación y otros elementos resultantes del desgaste de los metales que conforman la maquinaria y que están en contacto con el mismo. El resultado final es una reducción de la calidad original del aceite y la producción de un nuevo residuo. Los aceites usados son uno de los desechos más abundantes y constituyen un gran problema puesto que normalmente suponen un importante foco de contaminación. Los aceites usados se generan en casi todos los sectores económicos, tal es el caso de la industria, el transporte, el agro y la energía, entre otros, y por ello se encuentran dispersos en todo el territorio nacional. Particularmente se puede mencionar la generación de aceites usados en los equipos industriales, en los motores estacionarios o en movimiento, en la maquinaria pesada de construcción, tanto fija como en movimiento.

“Estos aceites, originan debido a su viscosidad, una fina película que genera una separación física entre la atmósfera y el agua (interfase), impidiendo que el oxígeno contenido en la primera se disuelva en la segunda, distorsionando el equilibrio biológico

⁵ Instituto Nacional de Ecología de México. **Manual de buenas prácticas de manejo para los aceites usados automotrices**. Pág. 85.



de las aguas durante un intervalo largo de tiempo”.⁶ También, pueden llegar a contaminar las aguas freáticas y el suministro de consumo humano.

Baterías o acumuladores usados. Se entiende por pila o acumulador eléctrico, a aquel artefacto capaz de acumular y proporcionar energía eléctrica gracias a ciertas reacciones químicas que tienen lugar en su interior, es por lo tanto un aparato que convierte energía química en energía eléctrica. Como consecuencia de recibir energía eléctrica durante la carga, el material activo de los acumuladores sufre una transformación química. Durante la descarga se revierte dicha transformación química, dando como resultado que el acumulador devuelva energía eléctrica. Su función principal es acumular y proporcionar la energía necesaria para el encendido del vehículo, aunque también sirve como estabilizador cuando la demanda de energía excede los requerimientos del sistema eléctrico del vehículo. Las pilas y acumuladores eléctricos aparecen en el mercado en distintas manifestaciones.

Las baterías pueden ser no recargables o recargables. Se conocen respectivamente como baterías primarias y baterías secundarias o acumuladoras. Las no recargables son habitualmente llamadas pilas. Salvo las de pequeño tamaño, prácticamente todas las baterías recargables son del tipo plomo-ácido. Muchas veces los acumuladores son enterrados o quemados con los demás desechos.

En el caso de la incineración se producen elementos tóxicos que contaminan el aire.” Al enterrarlos, los acumuladores emanan sustancias peligrosas que contaminan el suelo,

⁶ PROSIGA-CCAD. **Estudio de factibilidad de uso de instrumentos económicos para el manejo apropiado de desechos sólidos de alto impacto ambiental.** Pág. 32.



las bacterias, las plantas y el agua subterránea”.⁷ El ácido sulfúrico es dañino para todo el organismo. Si sus vapores o rocío son respirados provoca severos cuadros de irritación respiratoria. Lo mismo sucede si es ingerido o entra en contacto con la piel u ojos, ya que puede causar daños irreversibles en la córnea y en el tracto respiratorio, debido a la sobre-exposición, puede fomentar o empeorar problemas respiratorios y dermatológicos. Cuando ésta es crónica, es posible que haya erosión del esmalte dental, inflamación de la garganta y de los conductos nasales y bronquiales.

“La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó a los rocíos de ácidos fuertes inorgánicos conteniendo ácido sulfúrico en la categoría I de carcinogénicos, una sustancia carcinogénica para el hombre. Esta clasificación no se aplica al ácido líquido contenido en los acumuladores o baterías, pero el mal uso de éstos, como la sobrecarga, pueden provocar la formación de rocío”.⁸

Equipo de cómputo. “El avance tecnológico ha permitido crear una enorme variedad de equipos destinados a satisfacer diversas necesidades y, por tanto, su producción y consumo han aumentado hasta alcanzar niveles impensables hace no mucho tiempo”.⁹ El uso indiscriminado de consumibles, sobre todo los relacionados con el almacenaje (disquetes y CD’s para grabar, entre otros); y la continua carrera por el producto más potente en el menor espacio posible, reducen la vida útil de unos productos altamente nocivos para el medio ambiente y que necesitan de un tratamiento especial. Los ordenadores, las impresoras, los escáneres son equipos electrónicos de vida corta.

⁷ <http://www.eco-sitio.com.ar/reciclajeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).

⁸ <http://www.hupsolarone.com/wet%20batteries.htm> (11 de agosto de 2009).

⁹ http://www2.uca.es/grup-invest/cit/reciclado/reciclado_elec.n.htm (15 de septiembre de 2009).



Un particular pero sobre todo una empresa, pueden verse a menudo ante el problema de tener que desechar materiales y equipo por adquisición de nuevo material. Las partes que componen estos desechos están constituidos de diferentes materiales: algunos de ellos son catalogados como desechos peligrosos. El tubo catódico de los monitores contiene fósforo en la capa de recubrimiento de la placa del tubo de rayos catódicos (por sus siglas en inglés CRT). Además, hay una capa de cromo como protector contra la corrosión. Las tarjetas de circuitos están compuestas de plomo. Las bombillas en exhibiciones de panel plano, interruptores, y placas de circuito impresas contienen todos mercurios. Hay berilio en las placas base y en los conectores. Los resistores superficiales de la viruta del dispositivo del montaje, los detectores infrarrojos, los semiconductores y los más viejos tipos de tubos catódicos contienen cadmio.

El bario se utiliza en el panel delantero de la CRT para proteger a usuarios contra la radiación. Los plásticos, incluyendo el PVC conforman hasta 13,8 libras de una computadora. Diferentes combinaciones de plásticos se utilizan en tableros de circuito impresos, en componentes tales como conectores, cubiertas del plástico y cables. Los ordenadores, además de oro, plata y aluminio, contienen metales pesados que pueden resultar muy peligrosos para la salud de los seres vivos: los tubos catódicos, por ejemplo, guardan plomo en su interior; los sensores y algunos conectores esconden mercurio y los semiconductores y detectores de infrarrojos están hechos con cadmio.

“El ordenador personal medio pesa 24 kilogramos con el monitor incluido, y su fabricación requiere el gasto de hasta 10 veces su peso en combustibles fósiles y sustancias químicas, lo que representa un gasto en materiales mucho mayor que un



automóvil o un frigorífico, que tan solo requieren 1-2 veces su peso en combustibles fósiles. Así, mientras los ordenadores son cada vez más pequeños y potentes, sus impactos ambientales no dejan de aumentar”¹⁰.

Los procesos de producción que utilizan gran cantidad de materiales y energía. “El creciente uso de ordenadores personales y la elevada velocidad a la que son sustituidos por nuevos ordenadores, hacen que estos productos estén generando una montaña de desechos y cada vez realicen una mayor aportación a la escasez de recursos, la contaminación ambiental y el cambio climático”.¹¹ Los desechos provenientes de equipo electrónico, además de otro tipo de basura tecnológica constituyen un problema especial en vertederos cuando se queman, debido a que poseen sustancias tóxicas en sus baterías y otros compuestos.

Entre ellos se incluyen toxinas persistentes que se acumulan en el medioambiente como el arsénico, antimonio, berilio, cadmio, cobre, plomo, níquel y zinc. Los artefactos eléctricos y el equipamiento electrónico contienen metales pesados altamente tóxicos así como contaminantes orgánicos. Es por ello por lo que los equipos electrónicos deben someterse a un tratamiento adecuado, previamente a su envío a los vertederos. En la actualidad más del 90% de estos desechos se depositan en vertederos, se incineran o se recuperan sin ningún tratamiento previo y; por tanto, buena parte de los diversos agentes contaminantes que se encuentran en el flujo de desechos urbanos proceden de ellos.

¹⁰ **Ob.cit.** Pág. 16

¹¹ <http://www.isrcer.org/content.asp?contentid=783> (13 de octubre de 2009).



Materiales ferrosos. Los desechos metálicos suelen dividirse en dos tipos: **Metales** férricos, que son los desechos originados en el proceso de producción, transformación y uso del acero o hierro, y metales no-férricos, son el resto de metales que se encuentran en los desechos como resultado de varias actividades. La fabricación de productos con estos materiales se realiza mediante la fusión del mineral de origen y la separación del elemento metálico mediante técnicas que requieren un enorme gasto de energía y agua. De esos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial. El hierro es el segundo metal más importante y el cuarto de todos los elementos.

Los minerales de hierro más comunes son la hematita o mineral de hierro rojo, que contiene un 70% de hierro; la limonita o mineral de hierro marrón y la magnetita o mineral de hierro magnético; la siderita o mineral de hierro espático; la piritita y la pirrotita.

El reciclaje de los metales contribuye significativamente a no empeorar la situación actual de contaminación. Producir acero a partir de chatarra es deseable en términos de conservación energética, pues se emplea cuatro veces más cantidad de energía produciendo acero a partir de mineral de hierro. Además de los ahorros energéticos, la EPA ha identificado otros beneficios al fabricar acero a partir de chatarra: “Un ahorro del 90% en la utilización de materias vírgenes, una reducción del 86% en la contaminación atmosférica, una reducción del 40% en el uso de agua, una reducción del 76% en los rechazos de las minas y una reducción del 105% en los desechos generados por el consumidor”.¹²

¹² Agencia de Protección Ambiental, EPA. Environmental Protection Agency. **Reciclaje**. Pag. 65

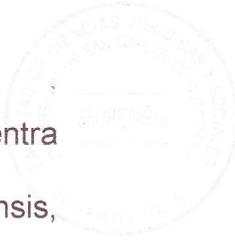


Diez años es el tiempo que tarda la naturaleza en transformar una lata de refresco o de cerveza al estado de óxido de hierro. Por lo general, las latas tienen 210 micrones de espesor de aluminio recubierto de barniz y de estaño. A la intemperie, hace falta mucha lluvia y humedad para que el óxido la cubra totalmente. Los desechos sólidos de metales ferrosos no presentan en sí un riesgo importante para la salud. Se requiere de tratamientos físicos para que éstos liberen sustancias y/o polvos los cuales sí tienen repercusiones en el organismo. La inhalación de polvos o humos de hierro provoca una irritación local de los pulmones y el tracto gastrointestinal.

Los informes indican que la exposición prolongada a una mezcla de polvos de hierro y otros metales puede afectar la función pulmonar. La inhalación de polvo que contenga óxido de hierro puede originar neumoconiosis, pero no existen conclusiones definitivas con relación al papel de las partículas de óxido de hierro en el desarrollo de cáncer del pulmón en el hombre.

Los experimentos en animales indican que el polvo de óxido de hierro podría actuar como una sustancia co-cancerígena favoreciendo el desarrollo del cáncer cuando se combina simultáneamente con la exposición a sustancias cancerígenas. En el mundo entero, el hierro y el acero son los principales metales ferrosos que se recuperan para el comercio de chatarra. En los últimos diez años se han reciclado más de 2,000 millones de toneladas de acero que han vuelto a la fabricación de productos de acero.

Neumáticos usados. El caucho o hule es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho



natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. Una de estas plantas es el árbol de la especie *hevea brasiliensis*, de la familia de las euforbiáceas originario del Amazonas. Otra planta productora de caucho es el árbol del hule, *castilloa elastica*, originario de México (de ahí el nombre de hule). “El caucho sintético es toda sustancia elaborada artificialmente que se parece al caucho natural y que se prepara por polimerización a partir de hidrocarburos insaturados. En la mayoría de los casos, el caucho bruto se mezcla con numerosas sustancias que modifican sus características”.¹³

En 1834, el químico alemán Friedrich Ludersdorf y el químico estadounidense Nathaniel Hayward descubrieron que si le añadían azufre a la goma de caucho, reducían y eliminaban la pegajosidad de los artículos de caucho.

En 1839, el inventor estadounidense Charles Goodyear, basándose en las averiguaciones de los químicos anteriores, descubrió que cociendo caucho con azufre desaparecían las propiedades no deseables del caucho, en un proceso denominado vulcanización. El caucho vulcanizado tiene más fuerza, elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el no vulcanizado; además es impermeable a los gases y resistente a la abrasión, acción química, calor y electricidad. También posee un alto coeficiente de fricción en superficies secas y un bajo coeficiente de fricción en superficies mojadas por agua. Otro componente significativo de los neumáticos son las cargas de refuerzo y de éstas la más utilizada hasta ahora es el negro de carbono:

¹³ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/automatic-control-system-of-recycling-used-tires.html>. (12 de agosto de 2009).



finísimas partículas de carbono obtenidas por la combustión parcial de gas natural y aceites de petróleo gasificados.

Un neumático puede alcanzar más de 200 componentes, que forman parte de las diferentes mezclas presentes en su producción. La fabricación masiva de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado, por ejemplo, para fabricar un neumático de camión se requiere medio barril de petróleo crudo. Adicionalmente provoca, si no es convenientemente reciclado, contaminación ambiental al formar parte, generalmente, de vertederos no controlados.

La prohibición de depositar los neumáticos fuera de uso en vertederos, unido a la dificultad de manejo y elevado impacto ambiental que representa, lo ha convertido en un residuo muy estudiado y ciertamente polémico en los últimos años. La importancia del manejo de este residuo es elevada debido a su baja degradabilidad, ocupan un espacio considerable, debido al elevado volumen que le confiere su forma y a su escasa densidad. Al ser elásticos son difíciles de compactar. Presentan riesgo de incendio, con importantes impactos asociados.

Para eliminar el problema de los neumáticos fuera de uso, con frecuencia éstos se queman directamente, lo cual también provoca graves problemas medioambientales ya que produce emisiones de gases que contienen partículas nocivas para el entorno. No es menos problemático el almacenamiento, ya que provocan problemas de estabilidad

por la degradación química parcial que éstos sufren y producen problemas de inestabilidad en el vertedero o relleno sanitario. Las montañas de neumáticos provocan la proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos que constituye un problema adicional. “La reproducción de ciertos mosquitos que transmiten por picadura fiebres y encefalitis, llega a ser cuatro mil veces mayor en el agua estancada de un neumático que en la naturaleza”.¹⁴

Como se mencionó en el apartado anterior, los neumáticos pueden liberar por abrasión o contacto con el agua ciertas sustancias como azufre, ceras, fenilendiamina, ciclohexiltioftalamina, sulfonamidas, anilina, benzotiazole, mercaptanos e hidrocarburos poliaromáticos, zinc, cadmio y plomo, por mencionar algunos. Todas estas sustancias tienen a su vez efectos tóxicos en los seres humanos. “El zinc puede producir náuseas, vómito, diarrea sanguinolenta, colapso y muerte”.¹⁵

Plásticos diversos. Los plásticos proceden de recursos naturales como el petróleo, gas natural, carbón y sal común. A pesar de la gran industria que se ha desarrollado alrededor de ellos, sólo el 4% del petróleo producido comercialmente es usado para producir plásticos. “Básicamente se producen en forma de polvos, gránulos, líquidos y soluciones, los cuales por aplicación de calor y presión dan lugar a los productos que nos son familiares”.¹⁶ Éstos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes.

¹⁴ Mayorga Sagastume, Pablo. **Desechos sólidos especiales en Guatemala: baterías domésticas, llantas y plásticos.** Pág. 101.

¹⁵ <http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Toxico/ELEMENTOS.htm>. (13 de julio de 2009).

¹⁶ <http://www.plastivida.com.ar/pdf/3.pdf>. (13 de julio de 2009).



“Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico”.¹⁷ Por otro lado, todos los plásticos tienen una estructura química semejante. En términos técnicos, los plásticos se producen a través de un proceso llamado polimerización: unión química de monómeros para formar polímeros, lo cual significa que, al igual que en una cadena, se van uniendo pequeños eslabones idénticos. El tipo de eslabón y el tamaño y la estructura, ya sea lineal o ramificada, de cada cadena o molécula de polímero determinan las propiedades del material plástico. Los plásticos se pueden dividir en dos grandes grupos en función de su comportamiento ante el calor: los que son termoplásticos y los plásticos termoestables. Los termoplásticos se pueden reciclar. De acuerdo al documento Desechos Sólidos Especiales en Guatemala, existen siete categorías de plástico encontrados en los desechos sólidos urbanos. “Estas categorías y sus códigos utilizados internacionalmente son el polietileno tereftalato, polietileno alta densidad, polietileno de vinilo, polietileno baja densidad, polipropileno, poliestireno entre otros materiales plásticos laminados”.¹⁸

Existe una variedad de más de tres mil diferentes productos plásticos en el mercado. Entre éstos, es posible solamente recuperar los más comunes, bajo la condición que se puedan separar completamente según los diferentes materiales.

Un reciclaje completo del plástico no es posible. Siempre se obtiene un producto de menor calidad que el producto original. Por esto, no se puede repetir muchas veces el reciclaje de plástico. En la última década los artículos de usar y tirar, los envoltorios

¹⁷<http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti.shtml>. (14 de julio de 2009).

¹⁸Mayorga Sagastume. **Ob.Cit.** Pág. 45.



desmesurados e innecesarios, han invadido el mercado. Esto se convierte en un problema en los desagües de las ciudades ya que se obstruyen con basura no biodegradable. Además implica mayores volúmenes de desechos para transportar y disponer; y por ende, mayores costos para el municipio que, lo más seguro se refleja en las tasas que pagan los ciudadanos. Su disposición irresponsable en el medio ambiente produce contaminación visual: bolsitas en los caminos y veredas, botellas en las alcantarillas, etc., la cual no es atribuible al material plástico sino al mal uso de los usuarios.

A todo lo anterior se suma el peligro que supone el depósito de grandes cantidades de plásticos en rellenos o vertederos sanitarios y vertederos por su alta combustibilidad, lo que puede originar incendios con emanaciones de dioxinas y otras sustancias altamente peligrosas para la salud. El abandono de los envases en diversos lugares, ya sea en la vía pública como en vertederos a cielo abierto de diverso tipo, contribuye a incrementar diversos tipos de contaminaciones, no sólo químicas sino también patogénicas.

Los envases pueden contener restos de sustancias alimenticias que se pudren y son medios apropiados para la proliferación de bacterias, insectos y roedores, que produzcan enfermedades. En el país sin embargo, varios empresarios independientes, en general pequeños productores informales que desarrollan la misma actividad y llevan el material ya reciclado a las fábricas de plástico, también existen pequeños



Solventes. Los solventes industriales son muy numerosos y en algunas áreas de trabajo son la principal fuente de riesgo para los trabajadores. Hoy, ocupan un lugar importante dentro de las sustancias químicas de uso industrial. Su utilización puede ser muy variable, o sea, un mismo compuesto puede ser utilizado como disolvente, diluyente, reactivo o productos intermedios en procesos de síntesis orgánicas.

En general, los solventes se utilizan en las empresas como materias primas o para limpieza de equipos. La industria de pinturas usa principalmente solventes no halogenados, mientras que en la limpieza de superficies se usan principalmente solventes halogenados. Uno de los mayores problemas de contaminación con solventes es el de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el descarte directo que hacen los usuarios de estos productos. De los diversos compuestos químicos encontrados en agua subterránea, los orgánicos representan el mayor riesgo por sus efectos en el ambiente y en la salud humana.

Dentro de este grupo de compuestos, los de solventes industriales y los hidrocarburos aromáticos derivados del petróleo son los más comúnmente encontrados en agua subterránea. Muchos de los problemas de contaminación ocurren por fugas, derrames y disposición de líquidos orgánicos inmiscibles (que no pueden mezclarse) con el agua, los cuales se describen como fases líquidas no acuosas.

Estos fluidos inmiscibles pueden clasificarse en dos categorías: aquellos cuya densidad es mayor a la del agua, que incluyen los disolventes percloroetileno y tricloroetileno, y aquellos más ligeros que el agua, que incluyen compuestos como benceno, tolueno,

etilbenceno y xileno. Los vapores de los solventes pasan al ambiente y llegan al hombre por las distintas vías de entrada del cuerpo humano (sistema respiratorio, piel, ojos u otros), lo que ocasiona irritación de las vías respiratorias superiores y afectan la nariz, la garganta y los pulmones.

En contacto con la piel a menudo causa desecación, agrietamiento, enrojecimiento, ampollamiento, y otras consecuencias. Son potencialmente tóxicas al hígado, aun solo o combinado con otros solventes. Daña los riñones y es un factor de enfermedad en las coronarias del corazón. Causa efectos en el sistema nervioso central y sistema nervioso periférico, somnolencia, dolor de cabeza, mareos, dispepsia y náuseas. Algunos solventes son más reactivos a la luz solar y contribuyen en gran medida al problema del smog. En áreas cada vez mayores, especialmente en las grandes ciudades, se está limitando el uso de los mismos. Otros solventes que son menos reactivos están exceptuados del control limitativo (tipo de solventes permitidos), que se ha impuesto en algunas ciudades.

Vidrio. El vidrio tiene casi cinco mil años de inventado y todo parece indicar que como otros grandes inventos, el vidrio se descubrió por casualidad en los tiempos de los faraones de Egipto. Su uso fue creciendo conforme el desarrollo de los pueblos y la necesidad de guardar alimentos por largo tiempo. Sin embargo, con el crecimiento de las poblaciones la demanda del vidrio llegó en su evolución, hasta la época industrial ligada al consumo masivo de productos. Este fenómeno trajo consigo diferentes repercusiones como la escasez de materias primas, desecho de grandes volúmenes de basura, búsqueda de sustitutos y otros.



Los vidrios son materiales que habiendo sido fundidos previamente se hacen rígidos ~~sin~~ cristalizar durante el proceso de enfriamiento. En cierta forma, el vidrio se asemeja a un líquido sub-enfriado. El vidrio es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice (SiO_2) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos.

“También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, que es un “aterial volcánico o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas”.¹⁹ El vidrio tiene la característica especial de inertibilidad, pero lo más importante es que el 100% de su composición es mineral, lo cual le da la posibilidad de ser altamente resistente al medio ambiente y no se degenera. Esto significa que el vidrio después de ser utilizado como un empaque, es factible utilizarlo de nuevo ya sea rehusándolo o bien reciclándolo, pero nunca debe considerársele como un desecho. Cada vez que es posible reciclar un envase, éste no pierde sus características físicas y mecánicas que ha logrado alcanzar como tal. Esta característica ofrece la posibilidad de reciclarlo infinitamente, incluso después de reutilizarse muchas veces. “Es por eso que al vidrio se le denomina ciento por ciento reciclable”.²⁰

“A lo largo de su historia, el vidrio ha demostrado ser uno de los envases más respetuosos con el medio ambiente. No sólo por el hecho de ser 100% reciclable un número indeterminado de veces. De todos los envases existentes en el mercado, los de vidrio son los que más contribuyen a conservar el medio ambiente”.²¹ El vidrio en sí mismo no constituye una amenaza para el medio ambiente porque es inerte, aunque no

¹⁹ http://www.internatura.uji.es/estudios/reciclar/r_vidrio.html (17 de agosto de 2009).

²⁰ VICAL. **Reciclaje del vidrio**. Pág. 34.

²¹ http://www.ambientum.com/revista/2003_01/vidrio.htm (17 de agosto de 2009).



es biodegradable. Si se expone a las fuerzas de la erosión, el vidrio se rompe en pequeños trozos de sílice, arena de playa, uno de los elementos más comunes en la tierra. El vidrio por sí mismo no libera sustancias tóxicas que puedan afectar el organismo humano. El único riesgo que puede presentarse como consecuencia de una mala disposición, son los vidrios quebrados que pueden causar cortaduras.

Formas de eliminación de los desechos sólidos peligrosos

El término comprende a los desechos peligrosos derivados de todos los productos químicos tóxicos, materiales radiactivos, biológicos y de partículas infecciosas. Lo mejor hasta ahora para eliminar desechos sólidos peligrosos es almacenarlos en lugares alejados a la población humana y cuyas filtraciones no puedan acceder al riego acuático del que depende el hombre y el resto de animales terrestres.

Se hace una necesidad obligatoria la disposición de lugares destinados a esta eliminación y tratamiento, así como crear la instalación que corresponda para cada tipo de desecho. Esta ubicación dependerá de varios factores climatológicos, ambientales, estudios de fauna y flora, sismología, etcetera. Todo ello con el consiguiente gasto económico que acarrea, sin hablar de las negociaciones entre países o comunidades contrarias a los proyectos, organizaciones contrarias o grupos humanos afectados.

No importa si el desecho se encuentra en estado líquido, sólido o gaseoso, una de las propuestas que mejor aceptación ha obtenido a la hora de almacenar los desechos es



trasformarlos todos ellos del estado en que se encuentran al estado sólido, de esta forma se mejora el almacenaje y la estabilidad del desecho. Estas técnicas vienen creciendo en importancia hasta la fecha de hoy. Algunos métodos recomendados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para eliminar los desechos peligrosos son los siguientes:

- **Desechos peligrosos (eliminación).** Comprende el enterramiento de los desperdicios, la contención, la eliminación subterránea, la descarga en el mar o cualquier otro método de eliminación.

- **Desechos peligrosos (tratamiento físico).** Incluye varios métodos de separación y de solidificación. La fase de separación abarca las técnicas ampliamente utilizadas de lagunar, secado de lodo en camas y almacenamiento prolongado en tanques, la flotación del aire y varias técnicas de filtración y centrifugación, adsorción/desorción, vacío, destilación extractiva y aerotrópica. Los procesos de solidificación y fijación que convierten al residuo en un material de roca dura insoluble se emplean como pretratamiento antes de su depósito en un relleno sanitario. Estas técnicas emplean la combinación del desecho con varios reactivos o reacciones de polimerización orgánica, o la mezcla del desperdicio con materias adherentes orgánicas.

- **Desechos peligrosos (tratamiento químico).** Los métodos de tratamiento químico se emplean para efectuar la completa descomposición del desecho peligroso en gases no tóxicos y más comúnmente, para modificar las propiedades



químicas del residuo; por ejemplo, para reducir la solubilidad del agua o para neutralizar la acidez o la alcalinidad.

- **Desechos peligrosos (tratamiento térmico).** Proceso para la oxidación a altas temperaturas de los desechos peligrosos, ya sean líquidos, sólidos o gaseosos convirtiéndolos en gases y desechos sólidos no combustibles. Los gases de las chimeneas son liberados a la atmósfera (con o sin recuperación de calor y limpios o sin limpiar) mientras que cualquier ceniza o escoria producida es depositada en rellenos o vertederos sanitarios. Las principales tecnologías empleadas en la incineración de los desechos peligrosos son los hornos giratorios, la inyección líquida, rejillas de incineración, incineradores de cámaras múltiples e incineradores de camas fluidificadas. Los desechos producto de la incineración de los desechos peligrosos, pueden algunas veces, por sí mismos, ser considerados como desechos peligrosos. La incineración de un desecho peligroso puede realizarse en tierra o en el mar. La energía térmica involucrada puede o no utilizarse para la producción de vapor, agua caliente o energía eléctrica.

1.4. Disposición final de los desechos sólidos

Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. Siendo este lugar, una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los desechos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. La



disposición final puede ser: los vertederos municipales, provinciales, locales, los diferentes tipos de relleno sanitarios, plantas de tratamiento y de recuperación. Todas estas instalaciones contarán con las condiciones higiénico – sanitarias, ambientales, de protección y seguridad, según se establece en la legislación y normativas referentes al tema desechos sólidos.

Según lo regulado a nivel municipal el destino final de los desechos sólidos, ordenados, colocados y distribuidos en un espacio predeterminado y ambientalmente adecuado, según su naturaleza.

El plan de manejo para la disposición final de los desechos, consiste en describir las normativas y buenas prácticas de proceder con los mismos. Especificando los medios materiales, los recursos humanos, financieros y legales y contractuales que justifican esta actividad del plan.

El plan de manejo de desechos sólidos puede realizarse por actividad de manejo o mediante un plan de acciones de manejo independiente. Para establecer el destino final de los desechos sólidos, éstos deben pasar por varios pasos indicados en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala regula lo siguiente:

Almacenamiento. El almacenamiento de los desechos sólidos se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental y de la salud



humana; así como el cumplimiento de lo establecido en las normas y las buenas prácticas. El almacenamiento se produce en tres etapas:

- Almacenamiento primario: éste se ejecuta en el lugar de generación. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área en particular. Se describe el tipo de envase que se debe utilizar (cestos tapados de diferentes capacidades, tipo de material, desechables o no como bolsas plásticas o de papel) las condiciones higiénico - sanitarias en sentido general y los medios de protección y seguridad. Se describen los procedimientos de recogida y frecuencia por los operadores o colectores.

- Almacenamiento secundario: éste se ejecuta en locales o áreas específicas dentro de la entidad previa al almacenamiento final. Se describe el área de almacenamiento, el tipo de envase o contenedor que se debe utilizar, las condiciones higiénico – sanitarias (climatización, refrigeración, ventilación, iluminación), condiciones de seguridad, delimitación, señalización, suministro de agua, drenajes y los medios de protección. Los sitios son diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable si procede. Se describen las operaciones de segregación en caso que sea en esta área donde se realiza esta actividad.

- Almacenamiento terciario o final: éste se aplica en un lugar destinado para este fin en la instalación previo a la transportación hacia el tratamiento o destino final. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que realiza la instalación. Se describe el área de almacenamiento final, los tipos de envases que se deben



utilizar, ubicación, las condiciones higiénicas–sanitarias, condiciones de seguridad, señalización, delimitación, suministro de agua, drenajes, escorrentía, vías de acceso y los medios de protección.

- Los sitios son diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable si procede. Contar con acciones de mantenimiento y conservación. Siendo la retención temporal de desechos, mientras éstos no sean entregados a los servicios de recolección, para su posterior procesamiento, traslado, reutilización o disposición. Reunión o acumulación de los desechos sólidos en un lugar por un tiempo determinado.

Segregación. En el proceso segregación se describen las acciones o procedimientos por áreas, o por fuentes generadoras, o en el área donde se produce el almacenamiento secundario, de los operadores o colectores de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los desechos sólidos para ser manejados en forma especial. Se clasifican o se separan los diversos materiales específicos del flujo de desechos, lo que facilita el reciclaje o continuar la próxima etapa de manejo.

Recolección. Se describen las acciones que deben realizar los colectores u operadores para recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a los lugares de almacenamiento, o de transferencia, o de tratamiento, o de reuso o a los sitios de disposición final. Se especifica frecuencia y medios de trabajo, seguridad y protección. Mencionando también la recolección selectiva; que es la recolección de



desechos clasificados, separados y presentados aisladamente, para su posterior utilización como material reciclable.

Transporte. El Reglamento establece la forma en que se trasladan los desechos sólidos del lugar de producción al destino final, en este caso los vertederos de basura; la Municipalidad de Guatemala por medio de la Dirección de Medio Ambiente, es quien autoriza, regula y controla el sistema privado de transporte de los desechos sólidos en este municipio. Siendo los famosos camiones amarillos que deben llenar ciertas especificaciones técnicas para poder prestar sus servicios de recolectores de desechos sólidos, incluye dentro de esto firmar un convenio de autorización municipal y acatar el reglamento interno del vertedero.

Tratamiento. El tratamiento es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión. Existen diferentes tipos de tratamiento de los desechos sólidos, éstos pueden ser tanto a nivel de entidad o ya en lugares específicos (plantas de recuperación o plantas de tratamiento de desechos sólidos) de la localidad donde esté enclavada la organización.

Los tipos de tratamientos son

Incineración: Proceso de reducir a cenizas los desechos sólidos y otros desechos, reduciendo el volumen original de la fracción combustible de los desechos sólidos del 50 – 80%.



Pirolisis: Descomposición de los desechos por la acción del calor.

Reciclaje: Es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo. Es decir, proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

Recuperación: Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaqueamiento, recogida o cualquier otra forma de retirar de los desechos sólidos algunos de sus componentes para su reciclaje o reuso.

Reuso: Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual a como se utilizó antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.

Recolección Selectiva: Acción de clasificar, segregar y presentar separadamente para su posterior utilización.

Reutilización: Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.

Disposición final. La forma más común de disposición final de desechos sólidos es el botadero. Aunque es la modalidad más barata, también es la que ocasiona más problemas ambientales, ya que normalmente se realiza en cañadas o barrancos de





CAPÍTULO II

2. El desarrollo de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala

Como se ha podido observar y no es ajeno a ningún vecino del municipio de Guatemala, los desechos han aumentado en grandes cantidades y con ello la belleza y el encanto de este municipio se ha visto afectada, el presente capítulo servirá para visualizar la realidad de los desechos en la ciudad de Guatemala.

Referencia

El diagnóstico de la situación de Latinoamérica refleja los problemas que también ocurren en Centroamérica. Sin embargo, existen municipalidades que han resuelto la mayoría de estos problemas y se han establecido algunos modelos de procesos y pasos hacia la sostenibilidad que se pueden replicar; por ejemplo, mayor participación del sector privado (Villa Nueva, Guatemala) para aumentar la eficiencia; cobro por el servicio de aseo con una tasa de impuestos general (Quetzaltenango, Guatemala) o junto con el agua (Esquipulas, Guatemala) o la electricidad (San Salvador, El Salvador) para reducir la morosidad; conjunto de mecanismos legales para el corte de los servicios de agua o electricidad si no se paga el servicio de aseo; organización y capacitación de cooperativas y microempresas de segregadores (Barrio Alameda del Norte, Guatemala, Guatemala), (Colonia Zacamil, Mejicanos, San Salvador) para mitigar el problema social de los segregadores.



En Centroamérica se está despertando la conciencia con respecto al ambiente y al mejor manejo de los desechos sólidos. Las comunidades están exigiendo que las autoridades municipales mejoren el manejo de los desechos sólidos y los actores clave están ofreciendo su colaboración. Ahora es el momento de ofrecer un liderazgo capacitado para mejorar la situación de la gerencia de los desechos sólidos. No es necesario esperar que los organismos externos realicen el diseño y financiamiento de un proyecto civil de alto costo.

Se puede llevar a cabo un mejoramiento continuo si se considera el desarrollo e implementación (o actualización) de un plan de acción con participación de la comunidad y de actores clave de varios sectores y partidos políticos; el mejoramiento del sistema de manejo de desechos sólidos existente, incluidos la cobertura y calidad del servicio de recolección, el manejo controlado del sitio de disposición, el fortalecimiento institucional, el manejo financiero y cobro de tarifas, y la planificación y gerencia de recursos para inversiones necesarias para la adquisición de terrenos y la construcción de un relleno sanitario. Es importante considerar las ventajas de las soluciones regionales y no las de cada comunidad individualmente.

El mejoramiento del manejo de desechos sólidos debe empezar con un plan de acción que incluya el mejoramiento del sistema existente y una planificación con visión de futuro.



2.1. Cantidades estimadas de desechos sólidos producidos

Se mencionó anteriormente que, la producción de desechos está ligada al nivel de ingreso de las poblaciones a las ciudades y de sus principales actividades productivas. El consumo es una parte importante de la economía del mercado, ya que mientras el consumo se incrementa la industria podrá crecer, aunque como consecuencia de esto, también crecerá la generación de desechos y la contaminación, aumentando con ello el deterioro ambiental y afectando la calidad de vida. Es por ello que el consumo se considera como el mayor factor de presión en el tema de los desechos sólidos.

2.2. Municipio de Guatemala

Como parte integral del sistema socioecológico, la mayoría de personas está familiarizada con las cantidades de desechos domiciliarios producidos en Guatemala; sin embargo, la información acerca de la composición de los desechos sólidos es escasa o inexistente, especialmente para el caso de desechos agrícolas, industriales y peligrosos. Con el propósito de llenar este vacío de información, el IARNA/URL con la colaboración del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) “condujo una investigación en 80 municipios en 13 departamentos del país, durante el 2008, para caracterizar la cantidad de desechos sólidos generados y su composición. Los resultados preliminares de este estudio revelan que la generación diaria de desechos por persona en los 80 municipios estudiados es de 0.40 kilogramos. La generación diaria total reportada es de 956,889.51 kilogramos; es decir una generación acumulada



de 349,263 toneladas por año. Respecto de su composición, el 35% corresponde a restos de alimentos; 18% a papel y cartón; 13% a caucho, cuero y plásticos; 13% a madera y follaje; 11% a suelo y otros; 5% a vidrio; 5% a trapos; y únicamente 4% a metales”²².

“Según el Instituto Nacional de Estadística en el año 2000, la generación per cápita promedio de desechos sólidos municipales fue de 0.13 kilogramos por habitante al día, es decir que en ocho años ésta se ha triplicado. Si el índice de producción per cápita continúa en 0.40, en el año 2025 la producción anual de desechos sólidos se habrá duplicado. Si bien la Organización Panamericana de la Salud reporta una generación superior en el área metropolitana de Guatemala (0.542 kg/ habitante/día, equivalente a 1,195.68 t/día), esta producción es baja y típica de los países con índice de desarrollo humano menor de 0.7 que no sobrepasan una generación de 0.6 kilogramos por habitante al día. Países con un índice de desarrollo humano mayor de 0.8 tienden a tener una generación de desechos mayor de 1 kilogramo por habitante al día, con excepción de Cuba y Costa Rica en donde, teniendo un índice de desarrollo humano relativamente alto, la generación de desechos no sobrepasa 0.81 kilogramos por habitante al día”²³.

Para efectos de planificación, “estos datos son importantes pues muestran que los desechos orgánicos constituyen el 44% de los desechos sólidos municipales y que su generación anual podría alcanzar las 404,170 toneladas; mientras que los inorgánicos reciclables (41%) generarían 385,372 toneladas, entre los cuales se encuentran: vidrio

²² Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). **Ob. Cit.** Pág. 174

²³ **Ibid.** Pág. 175.



(46,997 t/año), caucho y plásticos (122,191 t/año), metales (37,597 t/año), y papel y cartón (169,188 t/año). Es importante resaltar que la composición y presencia de determinados subproductos dentro de los desechos sólidos en los municipios estudiados está más determinada por aspectos culturales y patrones de consumo, que por la actividad económica de la zona.”²⁴

“De acuerdo con el Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Desechos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe, las características físico químicas de los desechos municipales en estos países se destacan por su alto porcentaje de humedad (40% a 60%) y su bajo poder calorífico (menor de 1,381 cal/kg), lo cual define, junto a la cantidad de humedad, la baja posibilidad de obtener energía aprovechable de la incineración. Estos datos también son útiles para cuantificar el potencial de contaminación de los desechos sólidos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, los principales componentes de la fracción orgánica de los desechos urbanos son carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; mientras que los productos finales que se obtienen a partir de la descomposición mediante el proceso aeróbico, son CO₂, agua y amoníaco. A partir de la carga orgánica reportada (44%), se requerirían 149,302 Kg. de O₂ para reducir la producción diaria de desechos en los 80 municipios estudiados”.²⁵

“Según el diagnóstico de la situación del manejo de desechos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo y la

²⁴ **Ibid.** Pág. 176.

²⁵ Organización Panamericana de Salud. **Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Desechos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe.** Pág. 58.



Organización Panamericana de la Salud (OPS), las debilidades principales de la gerencia de los desechos o desechos sólidos se pueden agrupar en cuatro categorías: institucionales y legales, técnicas y operativas, económicas y financieras, y sociales y comunitarias.

La cantidad de desechos que se depositan diariamente en el botadero de la ciudad de Guatemala se estima en 900 toneladas diarias, que provienen de los municipios de Guatemala, Mixco, Chinautla, Palencia, San José Pínula, Santa Catarina y la parte norte de Villa Nueva. Se estima que el volumen de desechos generados en esa área geográfica es de 1,500 toneladas diarias. Basándose en ese cálculo, la generación por habitante se estima en alrededor de unos 0.727 kilogramos diarios por persona. El volumen real debe ser superior a los 800 gramos por habitante al día, dada la gran cantidad de desechos que no se recolectan, que es del orden de seiscientas a ochocientas toneladas diarias. El problema es de tal magnitud que las estimaciones indican que en la ciudad de Guatemala existen más de 1,000 botaderos ilegales de desechos sólidos, los cuales se lanzan en gran cantidad en los barrancos de la ciudad y un alto porcentaje de éstos alcanzan los cursos de agua del río Motagua y el lago de Amatitlán, afectando los sistemas hídricos de las vertientes del Atlántico y del Pacífico del país”.²⁶

El vertedero metropolitano a cielo abierto se ubica en la zona tres de la ciudad, en pleno centro de la capital, y es un botadero no controlado. Aunque los volúmenes de generación por habitante se estiman en alrededor de cero punto cinco kilogramos al

²⁶ BID y OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de desechos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** Pág. 98.



día, en las ciudades del interior este problema se agrava por la deficiente cobertura en la recolección, el inadecuado destino final, la poca disposición de pago por el servicio o la incapacidad para hacerlo por razones de pobreza, así como por la debilidad financiera de las corporaciones municipales para enfrentarlo.

“Esta situación es particularmente preocupante para aglomeraciones urbanas intermedias dedicadas a la actividad turística, como Quetzaltenango, La Antigua, Flores, Panajachel, Santiago Atitlán y otras. Los niveles de cobertura son sumamente bajos y oscilan entre el 12% y el 40% de la población, mientras que en los municipios del interior prevalece un rango de 25% de cobertura, salvo el caso de la zona del altiplano occidental. Los sitios de disposición final son botaderos a cielo abierto, incluso en ciudades tan importantes para la industria turística del país como La Antigua y Panajachel. Además, los especialistas locales en el tema declaran que la normativa sobre desechos sólidos y peligrosos está poco desarrollada. Las municipalidades no cuentan con datos sobre los volúmenes de desechos generados por la industria, ni su comportamiento a lo largo del tiempo”.²⁷

El actual botadero de ciudad de Guatemala no cuenta con un sistema de pesado y no se tiene ningún registro sistemático sobre la cantidad y el tipo de desechos que ingresan. Se debe establecer la procedencia y composición de los desechos sólidos que se producen en el país, concluyendo que a nivel nacional el tipo de desecho que más se genera, es agrícola y domiciliario, siendo éste en su mayoría materia orgánica. Los desechos de las actividades agrícolas son principalmente el tallo del racimo del banano,

²⁷ Prensa Libre. **La basura sin control**. Pág. 6.



la pulpa del café, el rastrojo, bagazo y cachaza de la caña de azúcar y el desperdicio del destace de carne.

“En lo que respecta a la composición de los desechos sólidos domiciliarios en el área metropolitana, el referente sigue siendo el estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, en donde se concluye que del total de desechos el 63.3% es materia orgánica, el 14% es papel y cartón, el 8.1% es plástico, el 3.6% es textil, 3.2% es vidrio, el 3.0% es tierra y cenizas y el 5% restante se compone de madera, hojas, goma, metales, piedra, cerámica y pieles. Es importante destacar que un gran porcentaje de los desechos tienen potencial para ser reutilizados y reciclados”.²⁸

El perfil ambiental de Guatemala de los años dos mil ocho dos mil nueve, publica que el área metropolitana del departamento de Guatemala produce cerca del treinta por ciento del total de desechos generados anualmente en el país. De las cuatrocientas cincuenta y seis mil cuatrocientos ochenta y cuatro toneladas (456,484 toneladas) que produce, el setenta y cinco por ciento es recolectado y la mayor parte trasladada al basurero de la zona tres, cuyos costos de mantenimiento se incrementaron de diecisiete millones de quetzales en el año dos mil cinco, a veintidós millones de quetzales en el año dos mil siete. La generación diaria de desechos sólidos se estima alrededor de las cuatro mil doscientas cuarenta y dos toneladas, de las cuales cincuenta y cuatro por ciento es producido en zonas urbanas y el restante, el cuarenta y seis por ciento en zonas rurales.

²⁸ Japan International Cooperation Agency (JICA). **Estudio de sobre residuos en Latinoamérica**. Pág. 78.



“La composición de los desechos sólidos en kilogramos por día, según estrato socioeconómico para los ochenta municipios con información preliminar. De éstos, se pueden rescatar varios elementos, la generación de los ochenta municipios es de 956,889.51 kilogramos por día para una población de 2.782,871 habitantes; produciendo en los 365 días 349,264.67 toneladas por año. Si se excluye la población del departamento de Guatemala en el dos mil siete, según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, el factor supuesto de proyección sobre la población sería de 3.738, para una población estimada de 10.407,464 habitantes”.²⁹

“Esta afirmación busca hacer una relación, entre los aspectos objeto de caracterización y los hábitos de productos de consumo diario, según los estratos socioeconómicos. Generarían en el año 1.306,190.44 toneladas por año. Si a esta cantidad se le suma las proyección de Guatemala, a una tasa de cero punto setenta y dos kilogramos por habitante (0.72 kilogramos por habitante al día), según informe de la Comisión Económica para América Latina, se tendrían 750,482.19 toneladas por año adicionales, para un total de 2.056,672.64 toneladas al año, acelerándose la duplicación del volumen de basura mucho antes de los estimados, teniéndose éste en 6 años, es decir en el 2013”.³⁰

En materia de desechos hospitalarios los resultados presentados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, indican que presentan riesgo potencial para la salud humana (bioinfecciosos, especiales y punzo cortantes) y el ambiente, representan el 45% del total de desechos generados en los hospitales, de los cuales el 97% son

²⁹ **Ob. Cit.** Perfil ambiental. Pág. 176

³⁰ Comisión Económica para América Latina (CEPAL). **Informe ambiental Latinoamericano.** Pág. 120.



desechos bioinfecciosos. Es evidente que el riesgo potencial presentado por los desechos sólidos hospitalarios, constituye un problema en términos de salud pública y saneamiento ambiental, entre otros.

En términos generales, los desechos hospitalarios han aumentado en todas las clasificaciones (desecho hospitalario bioinfeccioso, aquellos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud y que por lo tanto han entrado en contacto con pacientes humanos o animales y que representan distintos niveles de peligro potencial; desecho hospitalario especial, aquellos que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos; desecho hospitalario común, aquellos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores). Los desechos hospitalarios son considerados potencialmente peligrosos tanto por la contaminación biológica (microorganismos patógenos) como por las sustancias químicas (drogas, sustancias carcinogénicas, teratogénicas y materiales radiactivos) que contienen.

2.3. Principios vulnerados

La situación del manejo de desechos sólidos en el municipio de Guatemala, por lo general se halla en un estado crítico. Los desechos se acumulan en las orillas de las carreteras, en las calles y en las quebradas o se queman a cielo abierto sin control, y algunos si no la mayoría de los equipos de recolección se encuentran en condiciones deplorables. Los sitios de disposición final son inadecuados y deplorables por



encontrarse dentro de las ciudades o poblaciones, siendo sus operaciones ineficientes.

Además, las municipalidades cuentan con limitados fondos para gerenciar este sector o realmente no le ponen el interés necesario.

La producción diaria de basura por persona y el porcentaje de los desechos no biodegradables generados por persona se está incrementando. Esto indica un mejoramiento del consumo en Guatemala; sin embargo, este cambio positivo agrava la situación del saneamiento básico y degrada los recursos naturales.

El mal manejo de los desechos sólidos tiene un impacto negativo en la salud de la población, en los ecosistemas y en la calidad de vida. Los impactos directos sobre la salud afectan en principio a los recolectores y segregadores formales e informales. Estos impactos se agravan cuando los desechos peligrosos no se separan en el punto de origen y se mezclan con los desechos municipales comunes, una práctica común en este municipio. Algunos impactos indirectos se deben a que los desechos en sí y los estancamientos que causan cuando se acumulan en zanjas y en drenajes, se transforman en focos de reproducción de insectos y roedores. Los insectos y roedores son causantes de diversos tipos de enfermedades como el dengue, la leptospirosis, el parasitismo y las infecciones de la piel. Además, la quema de basura a cielo abierto, en el campo y en los botaderos autorizados aumentan los factores de riesgo de las enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, incluido el cáncer. Los impactos al ambiente son la contaminación de los recursos hídricos, del aire, del suelo, del ecosistema tropical diverso de Guatemala y el deterioro del paisaje. La acumulación de desechos sólidos forma una barrera de contención del flujo del agua, lo que causa



inundaciones locales y; como consecuencia, la erosión y la pérdida de suelos fértiles. Además, los desechos acumulados atraen aves de rapiña y otros animales no deseables, y deteriora el valor estético de los hogares alrededor de los depósitos y de los paisajes circundantes.

2.4. Legislación vigente en Guatemala que regule los desechos sólidos

A continuación se realiza una síntesis de la legislación que contempla la regulación sobre los desechos sólidos, y en el orden jerárquico respectivo de las normas, se empezará mencionando la Constitución Política de la República de Guatemala, que fue el fundamento para iniciar el presente trabajo de tesis.

- Constitución Política de la República de Guatemala: en el Artículo 97, se regula que es una obligación del Estado, las municipalidades y todos los habitantes del territorio nacional, propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; en base a lo regulado, todos tienen la obligación de preservar el medio ambiente.
- El Código Civil, Decreto Ley 106, a manera general contiene la prohibición de arrojar basura, animales muertos, sustancias fétidas, insalubres o peligrosas o escombros en las calles o sitios públicos o fuentes o abrevaderos.



- La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, de fecha diecinueve de diciembre de mil novecientos ochenta y seis, exige las evaluaciones de impacto ambiental para actividades productivas y vela por la calidad ambiental a nivel nacional.

- Código Municipal, Decreto 12-2002, del nueve de mayo de dos mil dos, asigna la principal responsabilidad por la buena gestión de los desechos sólidos a las municipalidades.

- Decreto 1004 del Congreso de la República de Guatemala, regula la prohibición de descargar aguas servidas, sustancias vegetales o químicas y desechos en los ríos y lagos.

- Código de Salud, Decreto 90-97, en la sección IV, capítulo IV regula todo lo relativo al manejo de los desechos sólidos.

- Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos, Acuerdo Gubernativo 559-98, regula las obligaciones de toda persona natural o jurídica sobre el uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes.

- Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo 509-2001, el cual tiene como objetivo dar cumplimiento al Código de Salud y la Ley de Protección al Medio Ambiente.



- Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, Acuerdo del Consejo Municipal 28-2002; el reglamento se emite en cumplimiento de lo preceptuado en la Constitución Política de la República de Guatemala.
- Convenio Centroamericano sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos, Decreto 6-94 del Congreso de la República de Guatemala.
- Convenio Mundial Sobre el Control Internacional de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos, Decreto 3-95 del Congreso de la República de Guatemala.

2.5. Colapso en el sistema jurídico ambiental

Entre las instituciones que tienen a cargo el manejo de la regularización de los desechos sólidos encontramos a la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos – CONADES-, que en agosto de dos mil cuatro, fue creada por el Acuerdo Gubernativo 234-2004, como la comisión encargada de coordinar y ejecutar las acciones técnicas y legales adecuadas en el manejo de desechos sólidos del país, derogando la antigua entidad CONADESCO.

La CONADES es, por lo tanto, el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos. Uno de los grandes avances en lo que respecta al tema de los desechos sólidos es la aprobación, en abril del año dos mil cinco, de la Política Nacional para el Manejo Integral de los Desechos y Desechos



Sólidos, a través del Acuerdo Gubernativo 111-2005. Dicha política, concebida con una visión a 10 años, establece una serie de acciones y programas que buscan alcanzar el eficiente manejo de los desechos sólidos en el país, y busca tener un impacto positivo en los ámbitos político-institucional, social, económico, ambiental y salud.

Por otra parte, el Reglamento de Desechos Sólidos Hospitalarios, aprobado mediante el Acuerdo Gubernativo número 509-2001, ha establecido ciertas medidas para motivar un manejo eficiente de los desechos hospitalarios en las distintas etapas del proceso – recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, con mayores o menores progresos en la eficiencia en los distintos hospitales y centros de salud, esencialmente en el área metropolitana. En el interior del país, el Reglamento no ha sido aplicado.

En lo que respecta a las municipalidades que cuentan con un reglamento para manejo de desechos sólidos, en el año dos mil el dato ascendía a doce. Para el dos mil cuatro CONADES consideró que el número oscila alrededor de veinte; sin embargo, esta entidad considera que no más de tres municipalidades lo aplican.

En este contexto, una de las grandes deficiencias en el tema del manejo de desechos sólidos es la falta de una ley marco, que norme y establezca la obligatoriedad de contar con un reglamento para el manejo de los mismos, lo que favorece en muchos casos, ante la ausencia de legislación que los obligue, los alcaldes no asuman acciones en este tema.



CAPÍTULO III



3. Los impactos en el ambiente por la producción de desechos sólidos

Se vive en una sociedad de consumo, en la que los desechos o desechos sólidos que se generan se han convertido en un grave problema para el medio ambiente, debido a que se está inmerso en una cultura de usar y tirar.

Los desechos sólidos domésticos usual y generalmente son concentrados por los habitantes de cada vivienda en un solo recipiente; los cuales, luego, son descargados a un solo camión recolector; el cual, a su vez, los transporta a un solo sitio de disposición final; donde, en el mejor de los casos, se logra separar a algunos de esos desechos para reciclarlos o rehusarlos. Esto se da por la extrema pobreza de algunos sectores de la población de la capital guatemalteca, que a falta de trabajo o por situaciones de aislamiento social, como el caso de drogadictos y alcohólicos, se dedican a la tarea de recolectar de forma clasificada la basura para venderla y obtener beneficios económicos; siendo un fenómeno socioeconómico que mínimamente ayuda a la clasificación de los desechos sólidos generados por la población de la ciudad de Guatemala.

La problemática originada por la gestión inadecuada de los desechos sólidos se está agravando en prácticamente todas las ciudades del país. En la mayoría de los



municipios el servicio de recolección y disposición de los desechos sólidos es deficiente.

Esto da origen a una serie de problemas de salud pública graves.

La inadecuada disposición de los desechos sólidos es fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), la cual puede transmitir enfermedades infecciosas. Los desechos sólidos dispuestos inadecuadamente pueden generar gases, humos y polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica. Pueden, también, originar problemas de contaminación de las capas acuíferas, por la percolación de sus lixiviados en el subsuelo. En la ciudad capital, específicamente en los alrededores del botadero de la zona tres, se han dado con frecuencia incendios, los cuales causan contaminación atmosférica a los lugares aledaños, causando molestias por los olores emanados y más aún enfermedades respiratorias a los vecinos de ese sector, dándose el caso de que algunas familias han tenido que vender su propiedad y trasladarse a otro lugar en donde no sufran las consecuencias de la contaminación.

El problema está creciendo, ya que la generación de desechos per-cápita está aumentando, hasta superar un kilogramo por habitante al día en las grandes ciudades. Por otro lado, no existen suficientes lugares que puedan albergar con seguridad esos desechos. Producto de una mala gestión de la basura junto con una falta de conciencia ciudadana, se producen problemas como la acumulación de desechos en determinadas zonas o botaderos. Además, algunas veces esta basura de los botaderos informales es quemada produciendo problemas de contaminación descritos en el siguiente punto.



3.1. Medidas de acción para un mejor manejo de los desechos sólidos

La principal solución correctiva que debería formar parte de una correcta gestión de los desechos sólidos, es que se cuente con un relleno sanitario que cumpla con todas las normas técnicas necesarias. Debe haber un manejo integral de los desechos sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

El principio básico del funcionamiento de un relleno sanitario es el de la aplicación de principios de ingeniería para confinar la basura, reduciendo su volumen (al mínimo practicable, por medio de la compactación) y cubriendo la basura con una capa de tierra al final de cada jornada. Éste, debe contar como mínimo con un sistema de drenaje de biogás que tiene por finalidad evacuar el gas metano y otros de fermentación (fundamentalmente anaeróbica) que se forman en el interior de la masa acumulada en el transcurso del tiempo. Esto evitaría la combustión espontánea que se produce en la basura y que provoca contaminación atmosférica.

Una buena idea es el diseño de captación de lixiviados, ya que si el espesor del suelo entre la base del relleno y las aguas subterráneas no logra atenuar el alto poder contaminante del lixiviado, éste contaminará las aguas subterráneas, alterando así sus características físicas, químicas y biológicas. Además, de un sistema de drenaje de agua diseñado para reducir en lo posible la cantidad de agua que llega a las diferentes partes del área de la zona de relleno, ya sea por precipitaciones directas, por escurrimientos del agua de terrenos adyacentes, por crecientes de ríos o arroyos y por filtración del sub-suelo del relleno.



Por referencias de los trabajadores del relleno sanitario, anteriormente se trabajaba con tuberías para escape del biogás; pero actualmente, como ya se mencionó, el tratamiento se limita al enterrado de la basura.

Otra medida de corrección parte desde la etapa de la producción de la basura, disminuyendo la actitud de usar y botar, por una de un mejor aprovechamiento de los bienes y el reciclaje. Un planteamiento de actividades continuadas respecto a la basura, constituye una serie de recomendaciones y consejos destinados a corregir los comportamientos inadecuados y concienciar sobre la importancia del reciclado y el aprovechamiento de recursos.

Las incineradoras, propuestas como solución en este sentido, además de contaminar, tampoco constituyen un camino adecuado, pues se sigue desaprovechando el potencial de riqueza que se esconde en la basura. Desde el punto de vista ecológico, la solución no necesita de grandes tecnologías, ni inversiones multimillonarias: Se trata de aplicar planes de ahorro, aprovechamiento y reciclado, acompañados por adecuadas campañas formativas, que permitan el máximo rendimiento y la recuperación de todos aquellos materiales presentes en la basura, pero aprovechables como materia prima.

Se debe analizar lo que normalmente se arroja a la basura y estudiar qué es susceptible de ser reciclado (o en su caso volver a usar). Es totalmente factible clasificar algunos tipos de desechos y recuperarlos: vidrio, papel, metales, plásticos, etcétera. Se debe tomar conciencia de la importancia de la recolección selectiva de desechos y la separación de basura en casa. Se debe evitar al máximo los productos o envoltorios de



usar y tirar, sobre todo los plásticos, las latas y los aerosoles, pues es muy complicada o nula su biodegradación, etcétera. Para evitar que la basura contamine, es necesario no amontonarla en el patio ni tirarla en calles o terrenos baldíos; tampoco se debe arrojar a ríos, lagos u otros sitios de abastecimiento de agua.

Si no se cuenta con servicio de recolección y eliminación de basura en la comunidad, es necesario organizarse junto con las autoridades del municipio, con alcaldes auxiliares de colonias o barrios para contar con este servicio tan importante. Mientras tanto, se debe enterrar la basura orgánica, ésta es: sobrantes de comida, huesos, cascarones, restos de plantas o animales muertos. La basura inorgánica, es decir, latas, botellas, metal y plásticos puede reutilizarse o canalizarse a procesos de reciclaje. Hay que evitar quemar envases de productos químicos. Si hay sobrantes, no se deben tirar al drenaje; tampoco mezclarlos, ya que se puede ocasionar una reacción peligrosa. La basura produce daños a la naturaleza, sobre todo por el aumento de materiales inorgánicos como recipientes, bolsas, desechos industriales, pilas, pañales desechables y otros. También es causa de muchas enfermedades porque en ella se multiplican microbios.

La difusión de mensajes que informen y orienten sobre este problema, será de gran importancia para disminuir la degradación del medio ambiente y mejorar las condiciones de salud. La prensa escrita debe desempeñar un papel fundamental en esta clase de campañas, el escritor fallecido Eduardo Zarco, en su columna de Prensa Libre, libró una gran campaña que llevó inclusive a trascender en calcomanías de vehículos automotores, con el lema: no sea coche, no tire basura; podría tomarse como muy desagradable dicha motivación, pero es responsabilidad de la prensa, radio y televisión



hacer conciencia en los ciudadanos, como medios masivos de comunicación responsables de coadyuvar al mantenimiento del medio ambiente.

3.2. Reciclaje

Las dificultades para la eliminación de los desechos domiciliarios e industriales pueden ser superadas con la generalización del concepto de reciclado. Reciclar significa volver a usar como materia prima elementos utilizados y descartados anteriormente, para producir otros nuevos sin alterar su composición química. Esa tarea permite una sensible disminución de los desechos, a la vez que ahorra enormes cantidades de agua y energía.

En países desarrollados, el proceso se facilita con la recolección selectiva de la basura. El papel, el vidrio y otros materiales son fácilmente reciclables. En cambio, sería conveniente limitar el uso de envases plásticos que no sean los nuevos polímeros autodegradables y de envases de hojalata -actualmente, en realidad, de aluminio- ya que la producción de la lámina de este material es cara y contaminante, y genera elevado consumo de agua. Los alimentos embasados en plástico y metal pierden su sabor original, no así los embasados en vidrio que mantienen su sabor y olor.

Lo que fundamentalmente deberá existir es un estudio de precios de los desechos con y sin valor agregado, un modelo de gestión propio, y un conjunto de tecnologías apropiadas a la realidad nacional.



A modo de ejemplo y a los efectos de aproximarse a una alternativa viable al actual problema de la basura, se enumera qué se podría y debería hacer con los desechos:

- Con resto de alimentos: abono orgánico, tierra para plantas, agricultura y alimentación de cerdos y otros animales.
- Con plásticos: mediante el reciclaje se pueden hacer bolsas, bancos, juegos para parques, postes para campo, baldes, baldosas, balizas, útiles escolares, láminas para carpetas o tarjetas, cerdas para diversos cepillos. Mediante reutilización las botellas se pueden lavar para rellenado, y los vasos desechables pueden utilizarse de maletines.
- Con botellas y botellones de vidrio: reutilización luego de lavados o producción de nuevas botellas y otros productos de vidrio mediante el reciclaje.
- Con envases tetra brick: recuperación del papel o planchas de aglomerado para confección de distintos muebles.
- Con escombros: relleno de terrenos, de caminos, y en general rellenos o vertederos de construcción.
- Con maderas: diversos muebles, láminas, juguetes o fuente de energía
- Con cajones de madera: juguetes y juegos.



- Con restos de poda y de jardinería: abono o fuente de energía.
- Con papeles y cartones: mediante reciclado otros papeles y cartones.
- Con muebles y electrodomésticos rotos: reparación o recuperación de materiales.
- Con metales en general: mediante el reciclaje se evita usar nueva materia prima a la vez que se ahorra energía. Algunos metales que deben ser recuperados para reciclar son: oro, plata, cobre, bronce, estaño, plomo, aluminio y hierro.
- Con latas de aluminio: mediante el reciclaje se pueden hacer nuevas latas.
- Con latas de acero: se pueden reutilizar como macetas para plantas, o fundir para producir otros artículos.
- Con tanques y bidones plásticos y de acero: juegos para parques, depósito para clasificación diferenciada de desechos o recipientes de basura.
- Con trapos y restos de ropa vieja: nuevos tejidos.
- Con huesos de animales: fertilizante y alimento para animales.
- Con neumáticos gastados: juegos de parques, vallas de seguridad y relleno de carreteras.

- Con tubos a gas de mercurio: recuperación del mercurio,

3.2.1. Métodos de separación de desperdicios utilizados en el proceso de reciclaje

Para reutilizar los desechos, es necesario determinar ciertos medios para la separación en el proceso de reciclaje, de los cuales se consideran los siguientes los más idóneos.

Método de separación en la fuente

Es la recuperación de los materiales reciclables en su punto de origen como por ejemplo, el hogar, comercio, industrias y escuelas. Estos materiales recuperables son llevados a los centros de acopio y reciclaje correspondiente a sus categorías en donde los almacenan para ser procesados o exportados. Una de las ventajas de la separación en la fuente, es que los materiales reciclables recobrados no están contaminados al no estar mezclados con el resto de los desechos sólidos. Este método contribuye a reducir el volumen de los desechos sólidos que llega a los sistemas de relleno sanitario y por lo tanto alarga la vida útil de éstos. Otra ventaja de este método es que disminuye los costos municipales de recolección y disposición final de los desechos sólidos.

El éxito de este método dependerá, en gran medida, del desarrollo de programas educativos para concienciar sobre la importancia de cooperar implantando la estrategia del reciclaje en el diario vivir. Crear un Reglamento para que cada fuente (casas,



industrias, comercio y escuelas), se vean obligadas a realizar la separación antes de entregarla a los recolectores.

Método de separación manual después de la recolección

Este método presenta problemas de salud y seguridad porque los materiales a recuperarse ya se han mezclado con otros desechos contaminados. Sugiriendo nuevamente la separación realizada directamente en la fuente creadora de desechos.

Método de separación mecánica

Es la recuperación de materiales por medios mecánicos o electromecánicos después de la recolección. Este método permite recobrar mayor cantidad de desechos sólidos que los otros métodos manuales establecidos anteriormente. Se requiere de gran inversión para adquirir las plantas separadoras; pero en el mejor de los casos se debe considerar la posibilidad de concesionar los servicios con países industrializados que puedan prestar estos servicios.

3.2.2. Análisis de los impactos ambientales en Guatemala por la producción de desechos sólidos

- La quema de basura constituye un problema de contaminación ambiental importante a tomar en cuenta.



- El manejo de la basura en la ciudad es aún deficiente, faltando un relleno sanitario que siga todas las normas técnicas necesarias para evitar que la basura se convierta en un problema ambiental.
- Determinadas zonas de la ciudad utilizan botaderos o depósitos informales de basura, lo que constituye un problema ambiental ya que ésta se convierte en focos de producción de contaminantes, ya sea por la quema informal de esta basura (incluso dentro del casco urbano), por la producción de microorganismos patógenos que afecten la salud de las personas, por ser un lugar propicio para la reproducción de organismos vectores o transmisores de enfermedades como zancudos, ratas, cucarachas, etc.
- La recuperación de materiales implica diversas opciones muchas veces complementarias, como por ejemplo rehusar, reciclar, reparar. La idea es promover en el ámbito de gobiernos, empresas, instituciones y personas, lo que hemos denominado cultura de las erres, en oposición al úselo y tírelo.
- En un sentido amplio se puede decir que aceptar la cultura de las erres supone tener una actitud amigable con el ambiente, usar racionalmente los recursos naturales, no contaminar la biósfera, evitar la generación de basura, no recalentar el planeta, preservar y conservar la diversidad biológica, utilizar fuentes de energía renovables y no contaminantes, y ahorrar energía.

La relación entre salud pública y el almacenamiento, recolección y disposición inadecuados de desechos sólidos es muy clara. Autoridades de salud pública han



demostrado que las ratas, moscas y otros vectores de enfermedades procrean en botaderos a campo abierto, lo mismo que en viviendas pobremente construidas o mantenidas en instalaciones de almacenamiento de alimentos, y en muchos otros lugares donde hay alimento y albergue disponible para las ratas y los insectos asociados con ellas.

Los impactos ecológicos, tales como contaminación del agua y el aire, también han sido atribuidos a manejo impropio de los desechos sólidos. Por ejemplo, líquido de botaderos y rellenos o vertederos pobremente diseñados y operados han contaminado aguas superficiales y subterráneas.

En áreas mineras el líquido lixiviado de los botaderos de desechos puede contener elementos tóxicos, tales como cobre, arsénico y uranio, o pueden contaminar abastecimientos de agua con sales indeseadas de calcio y magnesio. Mientras la capacidad de la naturaleza para diluir, dispersar, degradar, absorber, o disponer de otra manera de sus desechos indeseados en la atmósfera, en los cursos de agua, y sobre el suelo es bien conocida, la cual se expuso en el capítulo I, del presente trabajo de tesis; los seres humanos no pueden exceder esta capacidad natural para la disposición de sus desechos indeseables o se impondrá un desequilibrio ecológico sobre la biósfera.



3.3. Producción de desechos en una sociedad tecnificada

Se pueden encontrar señales de desarrollo de una sociedad tecnológica en los Estados Unidos de América a principios de la Revolución Industrial en Europa; desafortunadamente, de esta manera se produce un aumento de los problemas de disposición de los desechos sólidos. En realidad, en la última parte del siglo diez y nueve, las condiciones urbanas en Inglaterra eran tan lamentables que en 1888 se aprobó una ley prohibiendo botar desechos sólidos en canales, ríos y aguas. Ésta precedió en unos once años a la promulgación de la Ley de Ríos y Puertos de 1899 en los Estados Unidos de América, que intentaba reglamentar la descarga de desechos en las aguas navegables y terrenos adyacentes.

Entonces, junto con los beneficios de la tecnología también han venido los problemas asociados con los desechos resultantes. Para comprender la naturaleza de estos problemas, será útil examinar el flujo de materiales y la producción asociada de desechos en una sociedad tecnificada y considerar el impacto directo de los avances tecnológicos sobre el diseño de las instalaciones para desechos sólidos.

3.3.1. Flujo de materiales y producción de desechos sólidos

Los desechos sólidos se producen al iniciar el proceso de fabricación, empezando con la extracción de materias primas. Los desperdicios dejados de operaciones de minería a



campo abierto; por ejemplo, son bien conocidos, véase la situación actual Guatemala, con la Compañía Marlín, en el departamento de San Marcos.

Se producen desechos sólidos en cada etapa del procesado a medida que las materias primas son transformadas en productos para el consumo. Una de las mejores maneras de reducir la cantidad de desechos sólidos a ser dispuestos, es limitar el consumo de materias primas y aumentar la tasa de recuperación y reuso de materiales de desecho. Aunque el concepto es simple, se ha encontrado extremadamente difícil efectuar este cambio en una sociedad tecnológica.

3.4. El efecto de los avances tecnológicos

Los avances tecnológicos modernos en empaçado de bienes, crean un conjunto de parámetros que cambian continuamente para el diseñador de instalaciones de desechos sólidos. De particular importancia son el uso creciente de plásticos y el uso de alimentos congelados, que reducen las cantidades de desechos de alimentos en las viviendas pero aumentan las cantidades en plantas de procesado de productos agrícolas.

La aceptación de las llamadas comidas televisivas, por ejemplo, resulta en casi ningún desecho en las viviendas a excepción de los materiales de empaque. Estos cambios continuos ofrecen problemas al diseñador de instalaciones, debido a que las estructuras para el procesado de los desechos sólidos involucran grandes inversiones de capital y se deben diseñar para que sean funcionales durante un período de aproximadamente



veinticinco años. Entonces, los ingenieros responsables del diseño de instalaciones para desechos sólidos deben estar conscientes de las tendencias, aunque no puedan ser clarividentes en la predicción de los cambios en la tecnología que afectarán las características de los desechos sólidos en los próximos veinticinco años.

Por otro lado, se debe usar toda técnica posible de predicción en esta sociedad tecnológica cambiante, de manera que se incluyan en el diseño de las instalaciones la flexibilidad y utilización. Idealmente, una instalación debe ser funcional y eficiente durante su vida útil, que debe coincidir con la madurez de los bonos que se emitieron para financiarlas.

Los desechos sólidos abandonados constituyen una molestia pública. Obstruyen los desagües y drenajes abiertos; invaden los caminos, restan estética al panorama, y emiten olores desagradables y polvos irritantes. Generalmente, un proyecto para desechos sólidos incluirá el mejoramiento de su recolección, disminuyendo de esta manera la cantidad de desechos abandonados. Sin embargo, si un proyecto no es diseñado apropiadamente para adecuarse a las necesidades y patrones de comportamiento de los residentes locales, puede resultar en mayores impactos relacionados con los desperdicios abandonados.

Se abordó el tema de que los desechos sólidos no sólo crean impactos negativos en el ambiente, sino también la salud pública puede ser afectada cuando los desechos sólidos no son correctamente contenidos y recolectados en el ambiente vital y de trabajo. Es más, existe un contacto directo cuando carecen de una inadecuada protección los



trabajadores de recolección y eliminación (guantes, botas, uniformes e instalaciones de mudanza y limpieza). Como resultado, el diseño de un proyecto de desechos sólidos necesita considerar los costos económicos de la contención de la basura y protección de los trabajadores, relativas a los potenciales impactos en la salud pública, a fin de obtener un nivel apropiado de diseño.



CAPÍTULO IV

4. Soluciones a los problemas que conlleva la forma de extracción, recolección y disposición final de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala

La falta de manejo de los desechos sólidos en Guatemala, puede definirse como uno de los principales indicadores de la contaminación creciente en el país, que ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales y los ecosistemas, mostrando una degradación de su ambiente, que es evidente y alarmante, al observarse desechos dispersos en cualquier área de la nación.

En la ciudad de Guatemala, el tema de la basura involucra aspectos culturales, sociales, económicos, sanitarios, físicos y otros, que forman parte del quehacer cotidiano de las personas, constituyéndose por lo tanto, en uno de los problemas ambientales más serios a los que se enfrenta la sociedad.

Ante la complejidad y lo extenso del correcto manejo de los desechos y desechos sólidos en la ciudad de Guatemala, surge la necesidad de promover y emprender acciones que permitan la participación de los diferentes actores de la sociedad; en la solución a través de la comprensión del problema y el aporte de ideas que permitan encontrar e implementar respuestas de solución.



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

Así por ejemplo, un sistema en la municipalidad de Guatemala que incorpore reciclado, incineración con recuperación de energía y relleno sanitario, puede ser muy diferente al sistema prevaleciente en otra municipalidad que incluya reciclado, composta y relleno sanitario. Lo cual no tiene importancia, en tanto se alcance el objetivo principal del manejo integral de los desechos sólidos, que es encontrar los medios económicos y ambientales más apropiados para desviar una cantidad óptima de desechos del relleno sanitario.

Esta contaminación por desechos sólidos, está muy relacionada con la falta de cultura sobre el manejo integrado de los mismos en el estilo de vida, lo que aunado a una legislación inadecuada para su manejo apropiado y a la ausencia de una coordinación interinstitucional; se convierten en indicadores de los efectos que emanan por la falta de



una política estatal de planificación sobre el tema, que incluya la base económica financiera, una legislación eficaz y eficiente, una culturización sobre el tema y que su manejo integral se considere una prioridad.

El hecho de no contar con una planificación económica financiera para solucionar este problema por parte de la municipalidad de Guatemala, en el mediano y largo plazo, influye en la falta de recursos humanos capacitados y en la insuficiencia de recursos financieros para proyectos específicos para el manejo integrado de los desechos sólidos; a la vez, que ello no incentiva la consolidación empresarial de la población para interesarse en el tema.

En ese sentido el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, consciente que el país cuenta con un alto potencial turístico y ecoturístico; y que la problemática ocasionada por el manejo inadecuado de los desechos sólidos, ya es una situación ampliamente conocida y alarmante, dado los múltiples estudios y proyectos que diversos entes, organizaciones e instituciones nacionales e internacionales, han desarrollado sobre la materia, con el apoyo de la presidencia de la república se creó la Comisión Nacional para el Manejo Integrado de Desechos Sólidos –CONADES, misma que quedó presidida por el señor Ministro de Ambiente y cuya administración para la coordinación y operación quedó adscrita y dependiente directamente del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el objeto de rediseñar y modernizar la gestión en el tema.

Por consiguiente, siendo jurídico y legalmente el rol del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el establecer las distintas líneas de acción, definir las políticas y



tener la rectoría en materia ambiental y recursos naturales, además de coordinar esfuerzos con otros organismos de Estado con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con el Ministerio de Educación, y el Ministerio de Cultura y Deportes, como una necesidad sentida en pro de conservar la salud a todos los guatemaltecos y guatemaltecas, para ser implementadas y puestas en operación a través de las municipalidades.

En síntesis, es una política que busca la participación e involucra a todos los entes de la sociedad guatemalteca, haciendo conciencia de que el manejo integrado de los desechos y desechos sólidos urbanos es el conjunto de procedimientos y estrategias que conforman el sistema de separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final; y cuya meta es promover el establecimiento de una gestión integral que sea ambientalmente compatible y económicamente viable, así como la introducción de prácticas de producción más limpia, incorporando la dimensión ambiental en su concepción y desarrollo.

La Política Nacional para el Manejo Integral de los Desechos y Desechos Sólidos, ha sido el trabajo articulado de cuatro componentes sociales básicos: la iniciativa privada, las instituciones centrales de gobierno, las municipales y las organizaciones civiles, todos involucrados de alguna manera como grupos de entes relevantes en los procesos de producción, distribución, acondicionamiento, importación, exportación, consumo, manejo y disposición, y que de manera conjunta con la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos, realizaron un proceso participativo que implicó el logro



de consensos básicos y propuestas compartidas, habiéndose contado para su realización con el apoyo técnico y financiero de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

4.1. Implementación del plan de manejo integral de desechos sólidos

“El plan de manejo integral de desechos sólidos debe incluir una serie de etapas: la planificación, el diseño, la construcción, la operación y la evaluación, los que representan un ciclo que debe repetirse de forma periódica para que exista una revisión y ajuste constante del sistema. Cada etapa contempla los aspectos técnicos, institucionales, administrativos y legales de participación del sector privado, de participación pública, y financieros del manejo de desechos sólidos”.³¹

En el contexto del desarrollo sustentable, el objetivo fundamental de cualquier estrategia de manejo de desechos sólidos debe ser la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente que pudieran derivar de dicho manejo. Es claro que es difícil minimizar costos e impactos ambientales simultáneamente.

Por lo tanto, siempre habrá que hacer juicios de valor para reducir los impactos ambientales globales del sistema de manejo de desechos; tanto como sea posible, a un costo aceptable, encontrar este punto de balance siempre generará debates. Por tal razón, se podrán tomar mejores decisiones en la medida que se cuente con datos para

³¹ Universidad Rafael Landívar. **Situación actual del manejo de los desechos sólidos en el área metropolitana de Guatemala y posibles opciones solución.** Pág. 45.



estimar los costos y determinar los impactos ambientales, lo cual puede generar nuevas ideas en el marco de los procesos de mejora continua. Un sistema de manejo de desechos sólidos, económico y ambientalmente sustentable debe ser integral, orientado al mercado, flexible y capaz de manejar todos los tipos de desechos sólidos.

La alternativa de centrarse en materiales específicos, ya sea porque son fácilmente reciclables, o por la percepción pública, puede ser menos efectiva que una estrategia que simultáneamente considere el aprovechamiento de múltiples materiales presentes en los desechos. Tampoco se descarta la posibilidad de que, si se pone demasiado énfasis en materiales específicos, esto pueda llevar a fabricantes a diseñar productos que sean reciclables, a costa de disminuir los esfuerzos de reducción de la generación de los desechos en la fuente.

Por lo anterior, se considera que el sistema integral debe ser capaz de manejar desechos de múltiples orígenes (por ejemplo domésticos, comerciales, industriales, de la construcción y agrícolas). Así como de diversas composiciones, aprovechando los materiales reciclables no importa cual sea su origen.

En ese sentido el plan de manejo de los desechos sólidos que se implemente en la ciudad de Guatemala, debe ser efectivo y centrado, basado en la realidad de las diferentes clases de producción de desechos, así como de las cantidades producidas por la población, encuadramiento que se dará de acuerdo a las posibilidades económicas del Estado

En los países en donde ya existe una conciencia ambiental, los fabricantes tienen incentivos económicos y ambientales para darle al consumidor productos de la manera más eficiente posible. La reducción de desechos sólidos debe hacerse caso por caso tomando en cuenta el ciclo de vida del producto a venderse. De esta manera se previene que los problemas sólo cambien de lugar, en el sentido de que los productos contienen sin fin de elementos y componentes que serán desechados porque no tienen mayor función después de ser adquiridos y empezar su uso (envoltorios de papel, cartón, aluminio, etcétera), ya que una mejora aparente en una parte del ciclo de vida puede llevar a otros problemas posteriores. Por ejemplo, la reducción en empaques de alimentos puede resultar en una mayor cantidad de comida desperdiciada o que se requiera una mayor cantidad de empaque para su transportación.

“El concepto más a cambio de menos debe adoptarse por la industria dando lugar a productos concentrados, empaques más ligeros y rellenables, reducción de empaques de transportación y otras innovaciones”.³² Como parte de los esquemas de minimización de desechos sólidos, deben introducirse cambios en los procesos de producción, en donde muchas compañías deben adoptar esquemas internos de reciclado o de recuperación de energía.

La industria también ayuda a reducir los desechos extendiendo la vida de sus productos, de manera tal que se posterga el punto en el que los productos se convierten en desechos. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, haciendo productos fáciles de reparar o de mejorar.

³² <http://www.eco-sitio.com.ar/reciclaJeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).



4.1.1. Aspectos técnicos

Es importante proporcionar información sobre los elementos que se deben considerar en las etapas de gestión de desechos sólidos, a fin de que los líderes municipales puedan manejar los conceptos técnicos básicos de un sistema de manejo integral de desechos sólidos, para implementar un plan óptimo de manejo sobre los desechos sólidos, atendiendo las necesidades de cada población, y con ello contrarrestar los efectos negativos producidos por los mismos al medio ambiente y a la salud en sí de cada vecino de los municipios.

Hay tres elementos técnicos importantes en la etapa de planificación y diseño: el diagnóstico de la situación actual, la selección del sitio de disposición final y el estudio de impacto ambiental. A continuación se describen las consideraciones importantes para cada uno de estos elementos. La planificación del sistema de desechos sólidos nace de la necesidad de reestructurar el servicio existente o modelo tradicional de ofrecer el servicio. Como primer paso se requiere conocer el estado actual del mismo, a través de un diagnóstico de las condiciones actuales.

El diagnóstico debe incluir: encuestas; caracterización del área de estudio; proyecciones demográficas; generación de los desechos; caracterización de los desechos; cobertura del servicio; estado de los equipos de recolección, barrido y disposición final; características de los recursos humanos; mercados disponibles para los materiales reciclables; y aspectos institucionales, gerenciales, financieros (incluido el costo actual del servicio y los ingresos) y administrativos.

La caracterización de los desechos es importante para planificar ampliaciones y mejoras de los servicios y programas de reciclaje. “En Guatemala, frecuentemente los municipios generan un promedio de 40 a 70% de materia orgánica; el resto de materia inorgánica, con un promedio de 0,3 a 1,4 kilogramos por habitante al día, tiene 25 a 50% de desechos de origen comercial e industrial”.³³

4.1.2. Diagnóstico

El mercado para los materiales recuperados es importantísimo. Antes de decidir qué tipo de material se va a recuperar del flujo de desechos sólidos, se debe estudiar la demanda de los diferentes materiales a fin de asegurar que los materiales recuperados tengan un mercado inmediato. En caso contrario se estaría invirtiendo recursos (tiempo, dinero y espacio para almacenamiento) en una actividad que posiblemente no produzca beneficios.

En Guatemala existen mercados para el aluminio, la chatarra, el papel, el plástico y el vidrio. Los precios de estos materiales varían, así como el costo de recuperación y transporte a los sitios de los compradores. También es importante determinar el impacto en el ambiente, ocasionado por el proceso de recuperación y reciclaje.

Las encuestas son instrumentos que las municipalidades pueden usar para evaluar, diagnosticar y hacer proyecciones para el manejo de los desechos sólidos. Las

³³ Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda. **Diagnóstico de la situación del manejo de desechos sólidos municipales en américa latina y el caribe**. BID y OPS. Pág. 125.



encuestas pueden determinar tanto una tendencia de disposición de los desechos sólidos con el propósito de definir el método de recolección, como la voluntad de pagar por los servicios del manejo integral de los desechos sólidos. Generalmente, en el sector de desechos sólidos, las encuestas son conducidas para obtener datos de generación y disposición en las residencias, comercios, industrias y centros de salud.

4.1.3. Selección del sitio de disposición final

El municipio debe tener un sitio adecuado para la disposición final de aquellos desechos que al momento de la disposición no tienen valor económico. Este sitio debe ser evaluado técnicamente y ser el resultado de un análisis de alternativas que llene las condiciones y requisitos ambientales para no alterar el ecosistema y especialmente para no contaminar los cuerpos de agua. Cada sitio de disposición final tiene una vida útil, idealmente de 20 a 30 años.

Si el sitio de disposición final de la municipalidad no es apropiado o si se estima que se llegará a su capacidad total dentro de los próximos cinco años, es importante iniciar el largo y políticamente sensible proceso de selección del sitio, aprobación y construcción de un relleno sanitario. El primer paso debe ser la investigación, evaluación e identificación de un mínimo de tres sitios alternativos para el desarrollo del relleno sanitario, que sean:

- Técnica, económica y ambientalmente factibles



- Socialmente y políticamente aceptables
- De fácil adquisición dentro del tiempo requerido para la implementación del proyecto propuesto.

En muchos países es difícil ubicar los rellenos o vertederos sanitarios porque, debido a experiencias pasadas desafortunadas, el público se resiste a tener un relleno sanitario cerca de su propiedad. Existe también la percepción de que los rellenos o vertederos sanitarios no permiten el reciclado ni fomentan prácticas de reducción. Dentro de un sistema de manejo integral de desechos sólidos bien diseñado y operado, éste no debería ser el caso, ya que todas las opciones de manejo serían estudiadas y consideradas; en la ciudad de Guatemala el centro de disposición final con que se cuenta es bastante amplio; sin embargo, la forma de trabajo dentro del vertedero no es la adecuada, ya que no llena los requisitos para ser considerado un vertedero municipal factible.

Los rellenos o vertederos sanitarios han sido y continuarán siendo en el futuro próximo, elementos esenciales de los sistemas de manejo integral de los desechos sólidos, siempre y cuando se ubiquen en lugares apropiados, se diseñen, construyan y operen de manera segura y ambientalmente adecuada. Ello significa considerar en su establecimiento: El proceso de selección del sitio debe ser participativo para que la oposición pública al mismo finalmente recomendado sea mínima. También debe ser desarrollado según las leyes del país e idealmente en cooperación con el Ministerio de Ambiente u ente responsable de aprobar los sitios para rellenos o vertederos sanitarios en el país, en este caso fungiendo como ente rector la municipalidad de Guatemala.



Para la identificación de los tres sitios alternativos se proponen las siguientes actividades:

Eliminación de las áreas potencialmente no aptas para sitios de disposición final de desechos sólidos. Como primer paso en la selección de sitios deben descartarse los sitios que reúnan las características que se describen a continuación:

- Humedales;
- Suelos inestables, por ejemplo, zonas susceptibles a deslizamientos;

Áreas con fallas

Se debe evitar la construcción de sitios de disposición final en:

- Zonas con fallas activas o potenciales que puedan generar movimientos de masa.

- Zonas con fallas activas o potenciales que puedan generar movimientos de masa.

Para que un sitio sea considerado apto para la disposición final de desechos sólidos debe cumplir con los requisitos de aptitud de acuerdo a los criterios de selección de sitios de disposición final de desechos sólidos.

Los sitios de disposición final de desechos sólidos deben cumplir con los requisitos de aptitud de acuerdo a los criterios de selección de sitios de disposición final de desechos sólidos.

Evaluación de los sitios potenciales. En la preselección, los criterios se deben analizar para cada sitio bajo consideración. Se establece una escala relativa de valores numéricos para denotar la potencialidad equivalente de cada sitio con respecto a cada factor. Generalmente se utiliza una escala numérica en donde se califica cada factor de campo; la suma de todos los factores representa la ponderación total del sitio en una escala de 0 a 100. Cada factor es analizado independientemente. A cada factor se le asigna un peso relativo de acuerdo con el juicio profesional del equipo evaluador que realiza el análisis.

4.1.4. Evaluación del impacto ambiental

Durante la etapa de análisis de opciones para obras de infraestructura es importante considerar sus impactos potenciales al ambiente y a la calidad de vida. Es importante considerar todo el sistema de manejo de desechos sólidos, incluidos los sitios de transferencia, separación, tratamiento y disposición final. Estos sitios deben cumplir los requerimientos de cada país y específicamente para Guatemala, por sus características geográficas propias. Por ejemplo, es necesario verificar que un relleno sanitario no afectará los mantos acuíferos y que un centro de transferencia o separación no contamine el aire ni los cuerpos de agua superficial.

Esta evaluación no es sólo un instrumento para el trámite de aprobación de la infraestructura, sino que forma parte del ciclo del proyecto. Las consideraciones ambientales documentadas en esta evaluación incluyen un plan para monitorear los



impactos al ambiente, la frecuencia del monitoreo y responsabilidades. Los estudios de impacto ambiental deben cumplir los requerimientos establecidos.

4.2. Sistemas de recolección y recuperación

Mientras los centros urbanos crecen y mejora la calidad de vida, los individuos utilizan productos más contaminantes e incrementan la generación de desechos sólidos. Debido a esto, los sistemas de recolección se hacen más complejos. En América Latina, la recolección representa un alto porcentaje del costo de los sistemas de manejo de desechos sólidos; una pequeña mejora en la fase de recolección puede reducir considerablemente los costos del manejo de los desechos sólidos; en Guatemala el sistema de recolección de los desechos sólidos es autorizado por la municipalidad, en algunas zonas de la ciudad esta recolección la realizan entidades privadas, de dos a tres veces por semana; sin embargo, en zonas marginales, este tipo de servicios no llega a tener presencia más que una vez por semana, lo cual presenta problemas de traslado así como acumulación de los desechos sólidos en su fuente de creación.

El término recolección incluye no sólo el almacenamiento de los desechos sólidos en sus varias fuentes de generación, sino también el transporte de esos desechos hasta el sitio de disposición final.



La lucha por manejar mejor los desechos en el mundo ha generado algunas iniciativas que parten del concepto de que los desechos no son desechos y que si se separan se pueden obtener mejores resultados en su manejo.

4.2.1. Tipos de desechos y las seis “R”

Los desechos se dividen en dos grandes grupos, los **orgánicos** que son de descomposición rápida, como los restos de alimentos, papel, corta de césped, poda de árboles, y similares; y los de descomposición lenta como los textiles, y cueros. Y el otro grupo son los **inorgánicos**, que son todos los elementos que no se degradan biológicamente (vidrio, aluminio, chatarra y latas).

Los desechos una vez separados pueden tomar diferentes rutas para su tratamiento. Los desechos orgánicos pueden convertirse, por transformación biológica, en compostaje para ser utilizado como un mejorador de suelos, como abonos naturales.

Los materiales inorgánicos pueden optar por varias rutas, conocidas como la práctica de las R, en algunas ocasiones se menciona que son tres y en otras ocasiones se agregan más:

- Rechazados
- Reducidos
- Reparados

- Reusados
- Reutilizados
- Reciclados

El **rechazo** es una práctica por medio de la cual el consumidor evita comprar productos con empaques contaminantes, como es el caso de los envases no retornables o que representen riesgos a la salud y al ambiente, como los aerosoles. Otra R se aplica cuando se evita consumir productos con empaques innecesarios, cuando se utiliza una sola bolsa resistente en lugar de varias bolsas plásticas para realizar las compras. La práctica de la **reducción**, también conocida como minimización, es más efectiva cuando se adopta como política de gobierno y se prohíbe la introducción o fabricación de envases no retornables o la reglamentación de los embalajes y envasados de productos.

“En nuestras sociedades centroamericanas, en el interior de cada país, la **reparación** es una opción bastante utilizada, pues los muebles y electrodomésticos se utilizan más allá de su vida útil”.³⁴

El **reuso** se aplica cuando se usa un elemento para el mismo fin con que fue concebido, más allá de su vida útil, por ejemplo, reusar papel en las oficinas o escuelas, rellenar los cartuchos de tinta en lugar de desecharlos, etc. También se practica la **reutilización** cuando se utiliza un elemento para un uso distinto del que fue concebido; por ejemplo, los envases de plástico y vidrio utilizados como macetas, como recipientes para

³⁴http://www.ccad.ws/proarca/p_proarca/pdf_sigma/Guía_solidos_alta.pdf (17 de septiembre 2009).



almacenar agua y granos básicos, como flotadores para las redes de pesca, etc. Este concepto muchas veces se incluye como reuso.

En Guatemala, el **reciclaje** es quizás el más difícil de aplicar, pues requiere la transformación completa del elemento. Para el papel, cartón, vidrio y metales, que son los principales componentes de los desechos, es necesario contar con una industria que utilice estos elementos como materia prima.

Una interesante combinación de reciclaje y reutilización se manifiesta en los productos artesanales hechos con materiales desechados, a los cuales se les adicionan elementos como pintura, clavos, remaches y cuero, que convierten el producto en un elemento nuevo para un uso diferente.

4.2.2. Sistemas de reciclaje

La experiencia en Guatemala con sistemas de reciclaje y compostaje ha permitido aprender muchas lecciones. Es importante que cada municipalidad considere sus condiciones y establezca las metas de su sistema de reciclaje. Se recomienda hacer un estudio de los costos y beneficios del sistema propuesto y empezar en pequeña escala, con proyectos pilotos para comprobar el costo del sistema y el valor de los materiales recuperados, antes de hacer mayores inversiones o aprobar ordenanzas municipales sobre el reciclaje, ya que con esto se pretende verificar los alcances de producción, así como los gastos en que se incurra a la hora de practicar dichas técnicas de reciclaje.



Con el fin de efectuar cambios que realmente ayuden al municipio económica y ambientalmente.

El análisis de costo-beneficio de la recuperación de materiales deberá valorizar el costo que se ahorra al evitarse la disposición final de estos materiales. Además, se pueden estimar otros beneficios ambientales del proceso de reciclaje, como la reducción de la extracción de materia prima y la consecuente disminución de impactos negativos al ambiente al bajar la extracción. El análisis de beneficios debe comprender la situación del mercado de productos desde el inicio de la planificación.

Aunque el reciclaje es muy favorecido por la sociedad, en ciertos casos puede llegar a tener algunos aspectos negativos. Como parte de una estrategia de manejo integral de los desechos sólidos municipales el reciclaje de subproductos puede ayudar a conservar recursos, evitar que materiales valorizables contenidos en los desechos vayan a disposición final y hacer participar al público en general en el tema. Sin embargo, en muchos casos se han creado expectativas irreales acerca de la contribución que el reciclaje puede hacer en un sistema de manejo integral de los desechos sólidos municipales. El reciclaje es un proceso complejo que en sí consume recursos durante el transporte, selección, limpieza y reprocesado de los materiales reciclables. Además, en este proceso también se producen desechos.

Por lo antes expuesto, el reciclaje debe ser considerado como parte de una estrategia integral para manejar los desechos, no como un fin en sí mismo, y promoverse únicamente cuando ofrece beneficios ambientales globales. Un manejo sustentable de



desechos que proporcione mejoras ambientales reales de una manera económica y socialmente aceptable, sólo puede ser alcanzado a través de metas que sean parte de objetivos ambientales más amplios, tales como: reducción de gases de efecto invernadero, disminución de tasas de desechos que llegan a rellenos o vertederos sanitarios y maximización del aprovechamiento de los recursos. Las metas que se establecen únicamente en función de tasas de reciclado, no necesariamente se concentran en el beneficio final y es poco probable que contribuyan al desarrollo de un manejo de desechos sustentable.

El beneficio ambiental de reciclar varía de acuerdo con los materiales y también conforme a las tasas de reciclaje, de manera que altas tasas de reciclaje no son necesariamente iguales a mejoras ambientales globales. Por ejemplo, se ha encontrado que bolsas de plástico no reciclables son mejores que las botellas reciclables en términos de consumo de energía, de agua y de emisiones a la atmósfera y en cuanto a la generación de desechos sólidos, ya que desde un inicio usaron mucho menos material. Los beneficios obtenidos del reciclaje son mayores cuando los desechos se componen de materiales valorizables limpios y disponibles en grandes cantidades, como ocurre en fuentes comerciales e industriales, de manera que el mayor esfuerzo debe de ir dirigido hacia estas fuentes.

También, se considera que la selección obligatoria de materiales reciclables a nivel domiciliario e institucional, constituye una acción esencial para el éxito de cualquier programa de reciclaje. Los desechos domiciliarios contienen pequeñas cantidades de muchos materiales mezclados y frecuentemente contaminados, no todos los cuales



pueden ser reciclados. La segregación temprana de desechos domiciliarios para separar los potencialmente reciclables, tiene otros beneficios como pudieran ser que los consumidores estén conscientes de los desechos que generan. La clave es integrar el reciclado de los desechos domiciliarios con los desechos comerciales, como parte de una estrategia de gestión integral. Esto puede hacerse teniendo metas combinadas en lugar de separadas para la recuperación de desechos comerciales y domiciliarios, teniendo en cuenta que cualquier sistema debe ser tanto ambiental como económicamente efectivo.

Se necesita una estrategia regional para que los sistemas se beneficien de las economías de escala, mediante la colaboración entre autoridades de comunidades vecinas, en lugar de que cada población tenga instalaciones para recuperar materiales sin considerar su viabilidad económica.

El reciclaje, dentro de un sistema de manejo integral de los desechos sólidos municipales, puede ser promovido mediante el uso de indicadores de desempeño, en lugar de metas obligatorias. El progreso de un indicador de desempeño se calcula a partir de la suma de toneladas recuperadas en esquemas regionales. Esta estrategia refleja la realidad operacional en las diferentes localidades y no trata de forzar la recuperación fijando metas obligatorias nacionales que localmente pueden no ser benéficas desde los puntos de vista ambiental o económico. Esta estrategia permite en su conjunto, aprender y construir a partir de los éxitos de esquemas locales.



En algunos países, se ha promovido el reciclaje a través de la aplicación estricta de la ley, lo cual parece no ser consistente con los aspectos económicos de manejo sustentable de los desechos. “En Alemania, por ejemplo, el reciclado forzoso de empaques de plástico ha resultado en costos aproximados de 500 dólares por tonelada de plástico reciclado. Esto representa 200 dólares más que el costo del material virgen, de manera que pudiera ser una asignación equivocada de recursos y de costos de oportunidad. Asimismo, no existe evidencia de que este costo de oportunidad sea compensado por beneficios ambientales, en tanto que haciendo ese gasto directamente en proyectos ambientales como tratamiento de agua o de emisiones a la atmósfera, muy probablemente se tendrían beneficios ambientales significativos y tangibles. Incrementar la demanda y, por tanto, el precio de los materiales secundarios a través del desarrollo de nuevos usos de materiales reciclados, puede resultar en incrementos de tasas de reciclaje derivadas del mercado. Hasta que esto ocurra, la recuperación debe llevarse a cabo por otros medios que sean más viables económicamente, como pudiera ser la recuperación de energía”.³⁵

En Guatemala un sistema de reciclaje es idóneo, pero conforme a la capacidad del productor y del consumidor, ya que algunos productos después de ser reciclados tienden a elevar su precio, tanto en el proceso que se tiene que implementar para reciclarlo como a la hora de su comercialización.

De esta manera, el mercado y una estrategia de manejo integral de desechos sólidos trabajarán juntos para alcanzar tasas de reciclaje económica y ambientalmente

³⁵http://www.ecolamancha.org/index.php?option=com_content&view=article&id=240:industria-del-reciclado (17 de septiembre de 2009).



sustentables. Existen opiniones en el sentido de que, incrementar las tasas de reciclaje a través de instrumentos regulatorios como normas de contenido de material reciclado, esquemas de cargos y subsidios e impuestos a materias primas, pueden crear contradicciones con las fuerzas del mercado. A la vez, se considera que es poco probable que esto lleve a beneficios ambientales tangibles (como ha sucedido en Alemania); y que por el contrario, represente una asignación equivocada de recursos y costos de oportunidad no consistente con la estrategia de manejo integral. Por lo anterior, es necesario que se establezca un fondo para la investigación aplicada, así como la inversión por parte de la pequeña y mediana industria en actividades de reciclaje de desechos, sugiriéndose las categorías que deberían considerarse al otorgar financiamiento a proyectos relacionados con el reciclaje de desechos sólidos:

- Planeación sobre gestión integral de los desechos sólidos.
- Equipamiento para plantas de recuperación de subproductos, reciclaje y compostaje.
- Desarrollo de mercados de subproductos reciclables de los desechos sólidos.
- Concientización pública, capacitación y enseñanza relacionadas con los desechos sólidos.
- Centros de acopio poblacionales y estaciones de transferencia en las que se seleccionen materiales reciclables.

También existen una serie de elementos a considerar en los programas municipales o regionales de reciclaje:



- **Selección.** Para que se lleve a cabo la separación domiciliaria de los desechos sólidos, se requiere otorgar facilidades a los habitantes y establecer programas educativos al respecto.

- **Recolección.** La recolección selectiva directa en los hogares requiere altas tasas de participación y capacitación del personal operativo del servicio público de limpia.

- **Centros de acopio poblacionales.** Dichos centros pueden ser operados por las asociaciones de vecinos, las cuales recibirían un pago por los desechos seleccionados.

- **Centros regionales de procesamiento.** En los cuales se seleccionan y preparan los materiales reciclables para su embarque hacia centros regionales de comercialización. Estos centros recibirían sus insumos de los centros de acopio poblacionales ubicados en sitios estratégicos.

- **Centros regionales de comercialización.** Cuya función es vender los desechos recibidos de los centros regionales de procesamiento a los compradores de la región.

- **Departamento de promoción de mercados.** Estos departamentos deben conformarse en los municipios para la búsqueda y establecimiento de mercados estables a largo plazo para los subproductos reciclables, así como al acopio y difusión de información respecto de los desechos reciclables y de directorios de empresas recicladoras o consumidoras de los productos reciclados.



- **Mercados industriales.** Su fortalecimiento requiere que las industrias y empresas de servicios consuman productos provenientes de los desechos reciclables.
- **Consumidores.** Se debe mostrar el ejemplo para alentar a la población a consumir productos provenientes del reciclado de desechos.

En cuanto al reciclaje, se produce el compostaje de material orgánico, y el valor del compostaje varía según la localidad y la calidad; el compostaje de lombricultura tiene el valor más alto. Como se sabe el compostaje simple es el proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente, y el compostaje lombricultural, es una técnica que utiliza a la lombriz (eisenia foétida) para reciclar desechos orgánicos transformándolos en un producto no tóxico (humus o lombricompuesto) utilizado como abono. Este lombricompuesto es una enmienda que enriquece los suelos desde el punto de vista biológico y ecológico.

Por su parte, el reciclaje de papel en Guatemala cada vez va tomando más auge, ya que son más las empresas o microempresas que se dedican a este tipo de procedimientos, por lo cual adoptar mecanismos ya utilizados por ellos sería más beneficioso al implantar estas técnicas en los rellenos o vertederos sanitarios. Del material ferroso (chatarra) ya existen algunas plantas en Guatemala que lo reciclan. De igual manera se trabaja el aluminio, existiendo un amplio mercado de exportación planificado y se paga bien por el producto.



En cuanto al plástico, la mayoría del material recuperado es exportado. Existe una industria incipiente que no logra cubrir la oferta de demanda por otros países extranjeros.

Es común que las compañías que producen latas o lámina para latas de aluminio aseguren la compra total de todas las latas que puedan ser recuperadas. A pesar de que las latas representan un bajo porcentaje de peso, significan un elevado porcentaje de ingreso en los programas de colecta selectiva y centros de acopio de desechos reciclables. Puede decirse que los productos extraídos y fundidos de aluminio, se hacen a partir de aleaciones distintas a las usadas para latas de bebidas, por lo que generan menores precios de recuperación; esta chatarra proviene generalmente de fuentes industriales y se vende por conducto de corredores independientes, como se puede evidenciar de personas que van por las calles recogiendo latas ya utilizadas para venderlas posteriormente.

El vidrio tiene tres mercados potenciales importantes: como pedecería, que es el vidrio reciclado y que se emplea para fabricar nuevos envases, o como materia prima para fabricar otros productos, tales como material de aislamiento a base de fibra de vidrio o vidriospuma para la industria de la construcción y en el acondicionamiento de los envases para su reutilización.

El precio del vidrio en el mercado se fija para entrega en la planta manufacturera, como ejemplo la fábrica de vidrio centroamericano –VICAL- ubicada en la zona doce de la ciudad capital, pudiendo el transporte representar un costo significativo. Los esquemas



de depósito-reembolso aplicables a los envases de bebidas, favorecen su recuperación y reciclado. Existen algunas industrias locales, pero no están preparadas para recibir grandes cantidades de material de la calidad que se puede obtener en un programa ordinario de reciclaje municipal, para poder manejar el vidrio.

Por lo general, los volúmenes de desechos municipales reciclables recolectados en Guatemala y Centroamérica no representan un valor económico significativo; sin embargo, el uso adecuado de mecanismos para su reciclaje aumenta la calidad de la materia reciclada.

4.2.3. Separación

En algunas municipalidades de Guatemala ya se adelantaron campañas públicas de separación antes de tener una infraestructura para manejar los elementos separados. Esto resulta contraproducente. La gente pierde confianza y entusiasmo si ven que el sistema no funciona, porque consideran que invierten tiempo en separar los desechos sólidos y éstos reciben el mismo trato como si no los hubiesen separado.

Si la municipalidad decide apoyar un proyecto de reciclaje o compostaje en el municipio de Guatemala, es preferible implementar la separación de los desechos sólidos en la fuente de generación. La separación de los desechos debe hacerse, por lo menos, en dos categorías diferentes: desechos orgánicos húmedos que se pudren (putrescibles) y desechos secos que no se pudren (no putrescibles). Una alternativa puede ser que el



servicio municipal adquiera y distribuya las bolsas o contenedores de diferente color para los desechos putrescibles y para los desechos no putrescibles.

Para que un programa de separación para reciclaje o compostaje funcione es imprescindible incorporar la educación comunitaria. La corporación municipal podría tener toda la buena voluntad de implementar dicho programa y conseguir los recursos necesarios para el procesamiento de los materiales, pero si la población no colabora en la separación de los desechos en sus casas, el programa no tendrá el éxito esperado. Por esta razón, un buen programa de educación comunitaria debe ser continuo y masivo.

Cualquier programa de separación tiene que ser implementado en conjunto con un sistema de recolección. Hay que tomar en cuenta que si se implementa un programa de separación de desechos en la fuente de generación, también sería necesario implementar un sistema de recolección que contemple la separación. Si los desechos se mezclan durante el proceso de recolección, el programa fracasaría. Hay varias opciones que se pueden implementar, una separación física en el vehículo recolector para que los desechos no se mezclen; y la recolección con diferentes vehículos, por ejemplo, un día se recolectarían los desechos putrescibles y otro día los no putrescibles.

Un programa de separación en los hogares nunca es 100% perfecto; es necesario tener un centro de separación y recuperación de materiales para complementar el trabajo realizado por los usuarios. Este centro servirá para verificar la clasificación hecha por los



usuarios y también para subclasificar los materiales (por ejemplo, si se separa orgánico y lo inorgánico en los domicilios, separar lo inorgánico en vidrio, aluminio, etc.).

Si la ciudad de Guatemala contara con una estación de transferencia, lo ideal sería establecer el centro de separación en dicha estación. Un centro de separación y recuperación de materiales es una instalación que cuenta; por lo menos, con una mesa larga o con una cinta transportadora en donde los operarios estén cómodos para separar manualmente los desechos. Lo ideal es contar con una cinta transportadora con operarios ubicados a lo largo de la cinta. Cada operario se especializa en separar sólo un tipo de material para que el trabajo sea más eficiente.

Como ejemplo se puede tener el centro de acopio de la ONG RECICARIBE en Puerto Viejo, Costa Rica, el cual implementó un sistema que ha ayudado a buscar mejores precios de los compradores de vidrio, aluminio, y plástico reciclado, lo cual aumenta los procesos de reciclado y mejor uso de los desechos sólidos.

Si se contempla la separación y venta de materiales reciclables como vidrio, plástico, material ferroso, etc., es importante considerar la necesidad de un centro de acopio para almacenar los materiales y obtener más rentabilidad de la venta.



4.2.4. Desechos peligrosos

Los desechos peligrosos que son descargados por algunas industrias y comercios representan un problema para la salud y el ambiente. Estos desechos no son responsabilidad de la municipalidad; sin embargo, se deben conocer para estar alerta.

Los desechos peligrosos como ya se explicó anteriormente, son todos aquellos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas representen un peligro para el equilibrio biológico, el ambiente o para los segregadores. Existen métodos apropiados para tratar todo tipo de residuo peligroso, pero son métodos caros, por lo que no se sugiere que cada municipalidad maneje su propio equipo. Es mejor que el tratamiento lo realicen las empresas especializadas, que pueden ser las industrias que generan los desechos. Los sitios de tratamiento o disposición final pueden ser localizados fuera de la zona urbana.

Es importante anotar que las fábricas industriales, talleres automotores, gasolineras, hospitales, centros de salud y clínicas generan desechos sólidos municipales y desechos peligrosos.

Por eso es necesario obligar a los generadores de desechos peligrosos, por medio de un reglamento municipal a que manejen sus propios desechos peligrosos, en el caso de Guatemala no existe una ley que regule específicamente el manejo necesario que requieren los desechos sólidos peligrosos, su clasificación, los métodos o mecanismos necesarios para su tratamiento, que consideren cambios en sus procesos a fin de



minimizar su generación; que los separen de los desechos municipales y que etiqueten debidamente, y la forma de disposición final. Sin embargo, dentro de la regulación nacional se encuentran normas que regulan ciertos desechos sólidos peligrosos, como lo regulado en cuanto al manejo de residuos sólidos hospitalarios en el Acuerdo Gubernativo 509-2001; el Reglamento de Gestión de Desechos Radioactivos, Acuerdo Gubernativo 559-98, únicamente regula sobre el uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes; el Decreto 1004 del Congreso de la República de Guatemala regula solamente la prohibición de descargar aguas servidas, sustancias vegetales o químicas y desechos en los ríos o lagos; y el Decreto 6-94, Convenio ratificado por Guatemala regula los movimientos fronterizos de desechos peligrosos.

Si es factible, es preferible que los generadores de desechos peligrosos sean responsables de darles un tratamiento adecuado o que contraten servicios de tratamiento, para evitar que los desechos peligrosos lleguen al sitio de disposición final de los desechos sólidos comunes.

En los hogares también se generan desechos peligrosos (baterías usadas, restos de pesticidas y medicamentos con fecha vencida). La cantidad es relativamente pequeña y se pueden manejar a través de campañas de recolección selectiva o centros de acopios especiales durante días asignados al mes. Por ejemplo, las compañías o distribuidoras de pinturas o baterías pueden establecer lugares especiales durante días asignados para ese propósito.



4.2.5. Opciones de servicios y vehículos de recolección

“Existen diferentes opciones para el servicio de recolección domiciliaria de desechos sólidos, desde la recolección casa por casa hasta centros de acopios o almacenamiento temporal. Lo ideal es ofrecer el servicio casa por casa, que cada casa respete la frecuencia de recolección y saque la basura en el día y horario programado para la zona. En sectores donde no es posible pasar con un vehículo a motor casa por casa, se pueden colocar contenedores por pasaje o se puede optar por recolectar la basura casa por casa con carritos halados a mano o con triciclos”.³⁶

Es importante saber seleccionar el tipo de vehículo para el transporte de los desechos. Existen muchas opciones, desde un vehículo tan rudimentario como una carretilla de mano, hasta algo tan sofisticado como los camiones compactadores.

El método más conveniente depende de varios factores como son: el número de habitantes a servir, la estructura urbana de la ciudad (la topografía del lugar, el ancho de las calles, el diseño vial, el diseño urbanístico de los barrios, colonias y lotes), la facilidad de reparación del equipo seleccionado y los recursos municipales disponibles.

Otro punto importante es analizar diversas opciones antes de tomar una decisión. Existen diferentes factores que se deben considerar para diferentes opciones de vehículos de recolección, los cuales son desde el tipo de vehículo a utilizar, si la

³⁶ <http://www.info.ccss.sa.cr/germed/gestamb/samb17.htm> (10 de marzo de 2010).



carrocería de un camión es de madera o de metal, los camiones compactadores, ya sea con tracción humana necesaria, o bien la tracción animal.

Ventajas y aplicación apropiada e implementación relativamente fácil, de baja inversión inicial, facilita la recolección en calles angostas o con pendiente, genera más empleo y menor dependencia tecnológica. Si fuese necesaria la utilización de la tracción humana ésta representa un ahorro por el bajo costo de operación y mantenimiento.

El camión recolector es el vehículo más usado en las ciudades pequeñas y medianas, potencialmente a bajo costo por tonelada (siempre y cuando se recoja una alta cantidad de desechos). Aplicación óptima en rutas donde se ocupa el volumen total.

Es importante señalar que el análisis debe considerar los costos de capital y operación por un periodo de 10 años o más para toda la municipalidad y optimizar el uso de vehículos con capacidad apropiada para la cantidad de desechos generados. Dos errores comunes que se deben evitar son: a) la compra de vehículos usados con altos costos de operación y mantenimiento y poco tiempo de vida útil, y b) la adquisición de vehículos compactadores de capacidad excesiva y alto costo de operación y mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, la tracción humana es una viable opción, ya que un trabajador que transporte los desechos en un costal al hombro, un operario que conduzca una carretilla de mano en la cual deposita los desechos recolectados o un



operario que conduzca un triciclo con uno o dos barriles metálicos para depositar la basura, y representan bajo costo de operación y mantenimiento.

En cuanto a la tracción animal que se mencionaba, en esta categoría se encuentra la carreta halada por caballos, mulas o bueyes.

Un camión con carrocería convencional de madera o metal: Es el tipo de vehículo más accesible, pero si se usa sin lona presenta el inconveniente de que el viento puede diseminar los desechos ligeros en el trayecto, debido a que generalmente los desechos no están colocados en bolsas plásticas. Para su operación óptima se necesitaría cuatro personas por unidad: un conductor, dos jaladores que depositarán los desechos en el camión y un acomodador que se encargará de ordenar los desechos para que éstos ocupen el menor espacio posible dentro del camión.

Es importante señalar que se debe modificar la forma de descargar los desechos, para que sea mecánica (se debe contar con sistema de camiones de volteo), a fin de reducir el tiempo que se gasta en el volteo de los vehículos y para reducir riesgos a los trabajadores. Por su parte un camión con carrocería metálica, igual que el anterior tipo de camión, con la diferencia de que al acomodador le puede resultar desagradable trabajar en un ambiente cerrado.

Para la utilización de camiones compactadores, existen varios tipos, dependiendo de la ubicación del alimentador de desechos sólidos. El más común y que se puede adecuar a las necesidades en Guatemala, es el que tiene el alimentador en la parte trasera con



una capacidad de 11 a 25 yardas cúbicas (8 a 19 m³). Para hacer funcionar un sistema con este tipo de vehículo se requieren tres personas por unidad: un conductor y dos recolectores.

4.2.6. Centros de transferencia

“Los centros de transferencia son estaciones que se utilizan para depositar los desechos en forma temporal para que sean transferidos a un vehículo de mayor capacidad. Típicamente son lugares donde el contenido de los vehículos recolectores pequeños, sean éstos de tracción humana, animal o mecánica, es transferido a vehículos más grandes, normalmente de tracción mecánica, para transportar los desechos al sitio de disposición final. De esta forma se optimiza el trabajo de los vehículos pequeños, ya que mientras el vehículo grande hace su trabajo en un viaje largo los pequeños pueden cubrir más rutas de recolección, en vez de invertir todo el tiempo en hacer un viaje largo. Las estaciones de transferencia se usan cuando el sitio de disposición final está ubicado a más de 50 kilómetros del punto de generación”.³⁷

Las estaciones de transferencia deben utilizarse luego de un análisis de costo-eficiencia en el que se haya concluido que resultan más económicas que transportar directamente los desechos hacia el sitio de disposición final, pues por sí solas no son elementos para el manejo integral de desechos sólidos, son más bien tecnologías que permiten hacer más eficiente y económico un sistema de recolección y transporte.

³⁷<http://www.eco-sitio.com.ar/reciclajeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).



Los centros de transferencia también pueden convertirse en centros de separación y recuperación de desechos útiles para la industria del reciclaje (vidrio, papel, aluminio) o compostaje (materiales orgánicos putrescibles).

El análisis de la necesidad de centros de transferencia es una comparación de costo eficiencia que considera la distancia de las rutas de recolección y el tipo de vehículos previsto para la recolección de cada sector de la municipalidad. También es importante considerar el factor social.

Si se decide construir un centro de transferencia es necesario considerar los siguientes aspectos para elegir el sitio más adecuado:

- Que esté lo más cerca posible al área donde se está prestando el servicio de recolección.
- Que sea accesible la ruta de acceso al sitio de disposición final.
- El diseño debe incluir una zona de amortiguamiento con árboles y suficiente espacio para parqueo, carril de desaceleración y espacio para que los vehículos esperen turnos para descargar y salir fácilmente.
- El diseño debe reducir los impactos negativos a la comunidad y al ambiente (control del polvo, materiales dispersos, insectos y roedores, olores, tránsito y aseo de los alrededores).
- Deberá tener agua, electricidad y estar techado.

4.2.7. Optimización de sistemas de recolección

Entre los servicios de desechos sólidos, el de mayor costo es el de recolección de desechos. Se pueden disminuir costos de aceite, gasolina, repuestos y mano de obra mediante cambios en la frecuencia, en la manera de prestar la recolección y en la manera como los ciudadanos almacenan sus desechos para ser recogidos. La optimización del sistema de recolección es un paso que se puede tomar en el corto plazo para reducir costos y mejorar la calidad y cobertura del servicio.

La optimización de los sistemas de recolección implica analizar y maximizar la eficiencia de los siguientes elementos:

- Selección de vehículos
- Diseño de rutas
- Uso de personal
- Nivel de cobertura
- Frecuencia de recolección
- Tiempos requeridos para la recolección y el transporte de los desechos.

Al optimizar los sistemas de recolección se tendrán en cuenta las siguientes metas: proveer un nivel de servicio apropiado, satisfacer los reglamentos, cumplir las condiciones de seguridad y de salud ocupacional, y completar el servicio de recolección con el menor costo posible.



Los factores a ser considerados en la definición de la frecuencia de recolección son los siguientes: costo, calidad y cantidad de los desechos generados, expectativas de la población, limitación del almacenamiento y clima.

Parámetros de calidad del servicio de recolección

“Los parámetros más comunes para evaluar la calidad de los servicios de recolección son el tiempo de recolección por ruta; tiempo por rutas en: paradas, tránsito, en recolección, en ir y regresar al relleno para continuar la ruta o al lugar de resguardo del vehículo; tiempo de descarga en el sitio de disposición final; toneladas recolectadas por trabajador (total recolectado por camión/ número de personas que integran la tripulación incluido el conductor); la frecuencia de recolección y horario de servicio por zonas (residencial, comercio y públicas); grado de limpieza de la ciudad por ruta o zona (aspecto bueno, regular o malo); número de quejas, y satisfacción de la comunidad (encuestas)”.³⁸

4.3. Tratamiento de los desechos sólidos

El tratamiento es un proceso que modifica las características físicas, químicas o biológicas de los desechos para aprovecharlos, estabilizarlos o reducir su volumen antes de la disposición final.

³⁸ Ibid.



Las tecnologías más comunes de tratamiento se resumen en:

- La compresión de los desechos para reducir su volumen por métodos mecánicos o manuales. Siendo un mecanismo común y práctico, generalmente se ha limitado a la compactación mecánica.
- El compostaje, que es la descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno) de los materiales orgánicos biodegradables. Trata y reduce solamente un porcentaje del volumen de desechos.
- La descomposición anaeróbica (sin presencia de oxígeno) de materiales orgánicos biodegradables en contenedores especiales. Aplicable para ciertas categorías de desechos, por ejemplo toda las de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Incineración que es la transformación termoquímica para reducir. Requiere un poder calorífico alto de la materia prima. En la ciudad de Guatemala, el 60% a 70% del volumen original de los desechos sólidos. Es posible recuperar energía en forma de calor, la cual puede usarse para producir vapor de agua a fin de mover una turbina que produzca electricidad. Lo desfavorable es el alto costo de instalación, necesidad de personal especializado, para evitar la contaminación del aire y particularmente la generación de sustancias orgánicas tóxicas persistentes, según el Convenio de Estocolmo, se encarece y complica la instalación y operación de estos sistemas.



- La pirólisis, que es la conversión de la fracción orgánica de los desechos en gases combustibles y desechos por la acción del calor en un ambiente deficiente de oxígeno. Aunque presenta también un alto costo de instalación, operación y mantenimiento y la necesidad de personal especializado.
- La gasificación, que es la combustión parcial de una fracción orgánica para producir gases combustibles. También presenta un alto costo de instalación, operación y mantenimiento y la necesidad de personal especializado.

4.4. Disposición final de los desechos sólidos en la ciudad de Guatemala

Después que los desechos sólidos han sido tratados éstos se encuentran listos para su disposición. La forma y tipo del desecho determina en gran parte donde la disposición será permitida. Los desechos sólidos comúnmente son depositados en:

- Basural.
- Botaderos.
- Botaderos controlados.
- Rellenos o vertederos sanitarios.
- Depósitos de seguridad.

Después de la clasificación dependiendo de sus componentes, los desechos sólidos deben ser compactados mediante prácticas adecuadas para ello; y posteriormente,



deben ser depositados en un relleno o vertedero sanitario que llene los requisitos indispensables, en cuanto ubicación, métodos de cuidado y control de los mismos, para minimizar los efectos negativos que pudieran provocar en el medio ambiente, así como en la salud de los habitantes de los alrededores del relleno o vertedero sanitario.

4.5. Los rellenos o vertederos sanitarios

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

La obra de ingeniería consiste en preparar un terreno, colocar los desechos, extenderlos en capas delgadas, compactarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo con una capa de tierra de espesor adecuado.

Un relleno sanitario planificado y ambiental de las basuras domésticas ofrece, una vez terminada su vida útil, excelentes perspectivas de una nueva puesta en valor del sitio gracias a su eventual utilización en usos distintos al relleno sanitario; como son actividades silvoagropecuarias en el largo plazo.

El relleno sanitario es un sistema de tratamiento y a la vez disposición final de desechos sólidos, en donde se establecen condiciones para que la actividad microbiana sea de



tipo anaeróbico (ausencia de oxígeno). Este tipo de método es el más recomendado para realizar la disposición final en países como Guatemala, pues se adapta muy bien a la composición y cantidad de desechos sólidos urbanos producidos; aseveración que, por lo demás, se encuentra muy bien documentada en la bibliografía.

La definición más aceptada de relleno sanitario es: "Relleno sanitario es una técnica para la disposición de desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método éste, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los desechos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada".³⁹

4.5.1. Requerimientos generales de los rellenos o vertederos sanitarios

En cuanto al plan de manejo de los rellenos o vertederos sanitarios se recomienda lo siguiente:

- El sitio debe tener espacio necesario para almacenar los desechos generados por el área en el plazo definido por el diseño.

³⁹ <http://www.ecoportat.net/content/view/full/169> (16 de septiembre de 2009).



- El sitio es diseñado, localizado y propuesto para ser operado de forma que la salud, las condiciones ambientales y el bienestar sea garantizado.
- El sitio es localizado de manera de minimizar la incompatibilidad con las características de los alrededores y de minimizar el efecto en los avalúos de estos terrenos.
- El plan de operación del sitio se diseña para minimizar el riesgo de fuego, derrames y otros accidentes operacionales en los alrededores.
- El diseño del plan de acceso al sitio se debe hacer de forma de minimizar el impacto en los flujos.

4.5.2. Tipos de rellenos o vertederos sanitarios

El parámetro básico de diseño de un relleno es el volumen. Éste depende del área cubierta, la profundidad a la cual los desechos son depositados, y el radio de material de cobertura y desecho. Debido a que la tasa de generación de desechos es usualmente definida en unidades másicas, un parámetro adicional que influencia la capacidad del relleno es la densidad in situ de la basura y el material de cobertura.

Generalmente todo diseño de relleno incluye algunas obras comunes. Zonas buffer (conocidas como zonas de amortiguamiento), y pantallas perimetrales son necesarias para aislar el relleno de los vecinos y el sitio. Son necesarios cercos perimetrales para evitar el acceso no autorizado al sitio, se requiere un cuidadoso mantenimiento del



frente de trabajo. Durante tiempos inclementes podría ser necesario contar con tractores para asistir a los camiones. El barro y suciedad que se adhieren al camión por su operación en el sitio debe ser retirado del mismo antes que abandone el recinto del relleno.

Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos a tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor oruga. Incluso existen experiencias de excavación de trincheras de hasta 7 metros de profundidad para relleno sanitario. La tierra que se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

Método de área

En áreas relativamente planas, donde no sea posible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, ésta puede depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser



importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el terreno.

Se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava en las laderas del terreno, o en su defecto se debe procurar lo más cerca posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

4.5.3. Clasificación de rellenos o vertederos sanitarios

Los rellenos o vertederos se pueden clasificar dependiendo del tipo o clases de desechos depositados en ellos, atendiendo la siguiente clasificación:

- Tradicional con desechos sólidos urbanos seleccionados: En esta clasificación no se puede incluir ningún tipo de desecho de origen industrial, ni tampoco lodos.

- Tradicional con desechos sólidos urbanos no seleccionados: Esta clasificación acepta además de los desechos típicos urbanos; industriales no peligrosos y lodos previamente acondicionados

- Rellenos o vertederos para desechos triturados: En éste se reciben exclusivamente desechos triturados, aumenta la vida útil del relleno y disminuye el material de cobertura.
- Rellenos o vertederos de seguridad: Acá se reciben desechos que por sus características deben ser confinados con estrictas medidas de seguridad, por el tipo de componentes que contengan los desechos, siendo éstos los llamados desechos sólidos peligrosos.
- Relleno para desechos específicos: Son rellenos o vertederos que se construyen para recibir desechos específicos (cenizas, escoria, borras, etc.).
- Rellenos o vertederos para desechos de construcción: Son rellenos o vertederos que se hacen con materiales inertes y que son desechos de la construcción de viviendas u otras.

Clasificación según las características del terreno utilizado

- En áreas planas o llanuras: Más que relleno es una forma de depositar en una superficie. Las celdas no tienen una pared o una ladera donde apoyarse, es conveniente construir pendientes adecuadas utilizando pretilas de apoyo para evitar deslizamientos. No es conveniente hacer este tipo de relleno en zonas con alto riesgo de inundación.



- En quebrada: Se debe acondicionar el terreno estableciendo niveles aterrizados, manera de brindar una base adecuada que sustente las celdas. Se deben realizar las obras necesarias para captar las aguas que normalmente escurren por la quebrada y entregarlas a su cause aguas abajo del relleno.
- En depresiones: Se debe cuidar el ingreso de aguas a la depresión, tanto provenientes de la superficie o de las paredes por agua infiltrada. La acumulación normal del relleno. La forma de construir el relleno dependerá del manejo que se de al biogás o a los líquidos percolados.
- En laderas de cerros: Normalmente se hacen partiendo de la base del cerro y se va ganando altura apoyándose en las laderas del cerro. Es similar al relleno de quebrada. Se deben aterrizar las laderas del cerro aprovechando la tierra sacada para la cobertura y tener cuidado de captar agua de lluvias para que no ingresen al relleno.
- En ciénagas, pantanos o marismas: Método muy poco usado por lo difícil de llevar a cabo la operación, sin generar condiciones insalubres. Es necesario aislar un sector, drenar el agua y una vez seco proceder al relleno. Se requiere equipamiento especializado y mano de obra.



4.5.4. Criterios ambientales en rellenos o vertederos sanitarios

Los problemas sanitarios causados por la disposición de los desechos sólidos en el suelo se deben a la reacción de la basura con el agua y a la producción de gases, riesgo de incendios y explosiones.

Los desechos sólidos están compuestos físicamente por un 40 a 50% de agua, vegetales, animales, plásticos, desechos combustibles, vidrios, etc. Químicamente están compuestos por sustancias orgánicas, compuestos minerales y desechos sólidos peligrosos.

Las sustancias líquidas y los sólidos disueltos y suspendidos tienden a percolar por la masa de desechos sólidos y posteriormente en el suelo. Éste está constituido por materia sólida, aire y agua. A partir de determinada profundidad se encuentra el nivel freático, donde el agua se mueve a baja velocidad de alta a baja presión horizontalmente y en dirección vertical por efecto de la gravedad, por ascensión capilar entre los granos del suelo.

Las sustancias contaminantes del lixiviado al percolar a través del suelo, adquieren gran agilidad al llegar al nivel freático y pueden contaminar el agua de los manantiales, las subterráneas por las fisuras y otras fallas de las rocas y suelos impermeables, a la vez de causar un efecto negativo en la calidad del suelo.



Todo lo anterior lleva a tener en cuenta el microclima dentro del cual está la lluvia que influye en los fenómenos biológicos y químicos, con el transporte de contaminantes, problemas en vías de acceso y del trabajo en sí del relleno sanitario; por lo tanto, debe ser drenado superficialmente por la periferia y el fondo del relleno. El viento también causa molestias, llevando los olores y el polvo a las vecindades.

Principales factores involucrados en la selección de sitios para rellenos o vertederos sanitarios

- Factibilidad técnica, volumen y morfología adecuada, distancia al centro generador, y la fuerza de zonas de exclusión.
- Riesgo ambiental, contaminación de aguas subterráneas, calidad del aire, transporte de materiales.
- Aspectos económicos, efectos en aspectos de propiedades, costos de construcción y operación, impacto en la industria local, planes de compensación.
- Aspectos sociales, equidad en la selección del sitio, efecto en la imagen de la comunidad, paisaje y estética, alteración de actuales y futuros usos de suelos.
- Aspectos políticos, intereses de grupos locales, responsabilidad de manejo del sitio, control local (esto correspondería a la municipalidad a cargo).



4.5.5. Zonas de exclusión

Se entiende por zona de exclusión cualquier zona, que por alguna característica, tanto humana, social, ecológica, política o económica no pueda ser considerada para la habilitación de un relleno sanitario. Los casos más típicos son los siguientes:

- Distancias mínimas: La distancia mínima del sitio de disposición a la residencia más cercana, pozo de suministro de agua, fuente de agua potable, hotel, restaurante, procesador de alimentos, colegios, iglesias o parques públicos, debe ser a lo mínimo de 300 metros (o el equivalente indicado por la regulación).
- Distancias a aeropuertos: La distancia entre el aeropuerto comercial y el punto seleccionado es importante si en el relleno sanitario van a recibirse desechos de alimentos (tanto domiciliarios como de algún proceso industrial), pues éstos pueden atraer pájaros en un radio de varios kilómetros. Si la operación del residuo es apropiada el problema puede ser aminorado. Se recomiendan distancias de 8 kilómetros, sin embargo, este valor puede ser reducido si es justificado.
- Distancias a cursos de agua superficial: La distancia entre la carga de los desechos y el curso de agua superficial más cercano debe ser a lo mínimo de 100 metros (o el equivalente a la regulación correspondiente). Este parámetro dependerá fundamentalmente de las condiciones hidrogeológicas del sitio.



- Distancias a áreas inestables: El sitio seleccionado debe estar a un mínimo de 100 metros de áreas inestables (por ejemplo área de derrumbes) para asegurar la estabilidad estructural del sitio.
- Distancias a áreas de exclusión: El sitio debe estar localizado fuera de los límites de cualquiera área de exclusión delimitada por la autoridad correspondiente.

4.5.6. Actividad biológica dentro del relleno sanitario

La actividad biológica dentro de un relleno sanitario se presenta en dos etapas relativamente bien definidas:

- Fase aeróbica: Inicialmente, parte del material orgánico presente en las basuras es metabolizado aeróbicamente (mientras exista disponible oxígeno libre), produciéndose un fuerte aumento en la temperatura. Los productos que caracterizan esta etapa son el dióxido de carbono, agua, nitritos y nitratos
- Fase anaeróbica: A medida que el oxígeno disponible se va agotando, los organismos facultativos y anaeróbicos empiezan a predominar y proceden con la descomposición de la materia orgánica, pero más lentamente que la primera etapa. Los productos que caracterizan esta etapa son el dióxido de carbono, ácidos orgánicos, nitrógeno, amoníaco, hidrógeno, metano, compuestos sulfurados (responsables del mal olor) y sulfitos de fierro, manganeso e hidrógeno.



Además, algunos de estos productos producen reacciones químicas dentro y fuera del relleno. En consecuencia, otras reacciones similares se llevan a cabo, como resultado de la interacción de algunos subproductos de descomposición, entre ellos mismos o con los desechos con que entran en contacto.

Muchos de estos productos, en la eventualidad de emerger libremente del relleno, como gases o líquidos, podrían provocar serios trastornos ambientales.

Lixiviados o líquidos percolados

Los desechos, especialmente los orgánicos, al ser compactados por maquinaria pesada liberan agua y líquidos orgánicos, contenidos en su interior, el que escurre preferencialmente hacia la base de la cavidad o celda donde se depositen.

Los desechos, que actúan en cierta medida como una esponja, recuperan lentamente parte de estos líquidos al cesar la presión de la maquinaria, pero parte de él permanece en la base de la cavidad o celda donde se depositen.

Por otra parte, la descomposición anaeróbica rápidamente comienza actuar en un relleno sanitario, produciendo cambios en la materia orgánica, primero de sólido a líquido y luego de líquido a gas, pero es la fase de licuefacción la que ayuda a incrementar el contenido del líquido en el relleno, y a la vez su potencial contaminante.



En ese momento se puede considerar que los desechos están completamente saturados y cualquier agua, ya sea subterránea o superficial, que se infiltre en el relleno, lixiviará a través de los desechos arrastrando consigo sólidos en suspensión, y compuestos orgánicos en solución.

Esta mezcla heterogénea, de un elevado potencial contaminante, es lo que se denomina lixiviados o líquidos percolados.

Impermeabilización del fondo del relleno

Teniendo en consideración las características de los componentes en los líquidos percolados, es indiscutible que éstos pueden contaminar las aguas y los suelos con los cuales entran en contacto.

Sería ideal evitar todo tipo de contacto entre líquidos percolados, el agua y suelos subterráneos; pero, para tal efecto, habría que cuidar muchos aspectos que encarecerían la obra en tal forma que sería imposible de realizar. Sin embargo, llevar este contacto a un nivel mínimo, de modo que las características de la capa de agua en la superficie de la tierra (napa) no sufran grandes variaciones y que el uso actual o eventual de ella no sea afectado, es perfectamente posible. No hacer nada en base a suponer que los contaminantes serán diluidos en las aguas subterráneas es un error; que puede causar un gran daño, ya que una vez que las aguas y suelos han sido contaminados será muy difícil revertirlas a las condiciones originales. El escurrimiento de las aguas subterráneas, por lo general, es laminar, lo que hace que la dispersión del



contaminante sea por difusión y no por dilución, y como las velocidades de las napas y las tasas de difusión son bajas, hacen que configure una zona de contaminación bastante peligrosa.

Los contaminantes de origen orgánico son los más abundantes en los líquidos percolados, pero ellos van perdiendo esa característica en el transcurso del tiempo. Por otra parte, es un hecho comprobado que gran parte de ellos quedan retenidos al tener que pasar por un medio arcilloso, contribuyendo en gran medida a aumentar la impermeabilidad del medio.

El uso de arcilla como medio impermeabilizante en Guatemala se está utilizando más frecuentemente, ya que la forma de poner este material es para lograr esta condición impermeabilizante.

Es importante que se aplique en el depósito de basura una capa de arcilla compactada; esta capa, deberá mantenerse permanentemente húmeda para evitar su agrietamiento, hasta que se cubra con basura, por lo que se recomienda construir esta impermeabilidad sólo con la extensión necesaria para ejecutar con comodidad el relleno sanitario.

Producción de biogás

El biogás, es el gas producido por la fermentación de los desechos sólidos domiciliarios, en general tiene un alto contenido de metano, y éste es susceptible de ser usado con

finés de generación de energía eléctrica. Cuando los desechos se descomponen en condiciones anaeróbicas, se generan gases como subproductos naturales de esta descomposición.

En un relleno sanitario, la cantidad de gases producidos y su composición depende del tipo de desecho orgánico, de su estado y de las condiciones del medio que pueden favorecer o desfavorecer el proceso de descomposición.

La descomposición de la materia orgánica en los rellenos o vertederos sanitarios, que se realiza por la actividad microbiana anaeróbica, genera diversos subproductos, entre ellos el biogás. Por lo tanto: "condiciones favorables de medio para la supervivencia de los microorganismos anaeróbicos pueden desarrollarse a temperaturas de entre 10 y 60°C, teniendo un óptimo entre 30 y 40°C y otro entre 50 y 60°C. El pH entre 6.5 y 8.5 permite un buen desarrollo de los microorganismos teniendo un óptimo entre 7 y 7.2pH".⁴⁰

Por lo general, los componentes principales del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), en proporciones aproximadamente iguales, constituyendo normalmente más del 97% del mismo. Ambos gases son incoloros e inodoros, por lo que son otros gases, como el ácido sulfhídrico y el amoniaco los que le otorgan el olor característico al biogás y permiten su detección por medio del olfato.

El gas metano se produce en los rellenos o vertederos en concentraciones dentro del rango de combustión, lo que confiere al biogás ciertas características de peligrosidad

⁴⁰ <http://www.iie.org.mx/boletín042003/apli.pdf> (17 de septiembre de 2009).



por riesgos de incendio o explosión y por lo mismo, la necesidad de mantener un control sobre él.

Para el control del biogás en los rellenos o vertederos sanitarios de área, se utilizan varios niveles de celdas para dar disposición a los desechos, por lo que es probable que se tenga una producción continua de biogás después de algunos años, cuando se alcancen unos tres niveles de capas de los mismos. Por esta razón resulta conveniente instalar chimeneas de drenaje, distante 20 a 25 metros entre sí, en realidad esta última distancia debe ser obtenida a través de estudios en el terreno, lo que permite determinar lo que se denomina radio de influencia (distancia desde el centro de la chimenea que es influenciada por el drenaje).

Cuando los rellenos o vertederos sanitarios son construidos en depresiones, ya sean naturales o artificiales resulta conveniente hacer un drenaje perimetral con el fin de evitar la migración lateral, éste puede ser continuo o constituido por chimeneas colocadas a menores distancias que las ubicadas al interior del relleno. El gas de los drenajes puede ser quemado en el mismo relleno o ser extraído para almacenarlo en gasómetros y luego enviarlo al consumo domiciliario o industrial.

4.5.7. Impactos ambientales de los rellenos o vertederos sanitarios

Los impactos ambientales que sufre el medio ambiente a través del desarrollo de las tres etapas de un relleno sanitario son de diferentes características y tal vez lo más



relevante y que trasciende mayormente son aquéllas que se producen en la etapa de operación y construcción del relleno. Los efectos de los variados impactos pueden verse incrementados o disminuidos por las condiciones climáticas del lugar y por el tamaño de la obra.

Impactos ambientales en la etapa de habilitación son

- Remoción de capa superficial de suelos (alteración vegetación y fauna)
- Movimientos de tierra
- Intercepción y desviación de aguas o lluvias superficiales
- Interferencia al tránsito (efectos barreras)
- Alteración permeabilidad propia del terreno
- Alteración paisaje
- Fuente de trabajo (corto plazo)
- Actividades propias de una faena de obras civiles: ruido, polvo, tránsito, movimiento de maquinaria pesada.

Los impactos ambientales en la etapa de operación y construcción del relleno son

- Impactos por incremento del movimiento
- Contaminación atmosférica, olores, ruidos, material particulado, biogás
- Contaminación de aguas, líquidos percolados
- Contaminación y alteración del suelo, diseminación de papeles, plástico, y materias livianas, extracción de tierra para ser utilizada como material de cobertura



- Impacto paisajístico, cambio en la topografía del terreno, modificación en la actividad normal del área.
- Impacto social, fuente de trabajo, efecto NIMBY (nadie lo quiere), incremento actividad vial.

Impactos ambientales en la etapa de clausura:

- Impacto paisajístico, recuperación vegetación, recuperación fauna.
- Impacto social, integración de áreas a la comunidad, disminuye fuente de trabajo.

Es necesario que sean utilizadas medidas de mitigación, para reducir los impactos ambientales negativos de un relleno sanitario, y éstas dependen de una serie de factores, entre los cuales destacan: las características del proyecto, tecnología usada, localización, condiciones de operación (tamaño, clima), etcétera; no obstante, es posible identificar los impactos más frecuentes generados por este tipo de faena y las medidas que normalmente se emplean para su mitigación.

Están los diferentes olores, las medidas de mitigación podrían ser

- Utilización de pantallas vegetales, (árboles, arbustos).
- Tratamiento de los líquidos percolados.
- Quema del biogás cuando hay metano suficiente.

En cuanto los ruidos, se recomiendan

- Pantallas vegetales.
- Utilizar equipos de baja emisión de ruidos.



En la alteración del suelo es recomendable

- Adecuada impermeabilización del relleno sanitario, para evitar filtraciones.
- Vegetación para evitar erosión, rellenamiento para evitar nivelar zonas con asentamiento diferencial o pendientes fuertes.

En la diseminación de materiales se recomienda

- Configurar barreras para evitar que el viento incida sobre el frente de trabajo.
- Utilizar mallas interceptoras.
- Desprender desechos de camiones antes que abandonen el relleno.

Para el material particulado es recomendable

- Riego de camino y de la tierra acumulada para el recubrimiento.
- Pantallas vegetales en el perímetro del relleno.

En el control de vectores

- Mantener aislado sanitariamente el recinto mediante la formación de un cordón sanitario que impida la infestación del relleno por roedores y el paso de especies animales desde y hacia el recinto.
- Realizar fumigaciones y desratizaciones como mínimo, cada 6 meses. Los elementos químicos que se empleen en esta actividad, deben estar acordes con la legislación.

Por el incremento en el movimiento vehicular es recomendable

- Tratar de que la recolección se haga en horas diferidas.



- En caso de vehículos de estaciones de transferencia tratar que éstos lleguen en forma secuencial.

En cuanto a los líquidos percolados

- Almacenamiento en depósitos cerrados.
- Recirculación.
- Tratamiento físico químico y/o biológico.

Para la emisión de biogás se recomienda

- Extracción con fines de utilización.
- Quema controlada.

4.6. Planteamiento de una política municipal de manejo ambiental de los desechos sólidos

Guatemala, al igual que muchos países del mundo, enfrenta grandes retos en implementar una política municipal de manejo de desechos sólidos, debido al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país (acompañado por la tendencia a abandonar las zonas rurales y concentrarse en centros urbanos) y; a la imagen creada de productos suntuarios que influyen en las costumbres de la población, induciendo al consumo de artículos desechables sin promover su manejo adecuado.



Los objetivos de la política ambiental sobre los desechos sólidos municipales tienen como finalidad prevenir los impactos negativos al ambiente y a la salud humana ocasionados por el manejo inadecuado de los mismos; siguiendo los principios: evitar o minimizar la generación, separar en la fuente, recuperar y reaprovechar todos los materiales que sean técnicamente posibles y económicamente factibles y tratar adecuadamente los residuos restantes; y crear un relleno o vertedero sanitario que llene los requisitos necesarios, tanto de salubridad como de estructura.

El propósito de una política ambiental se enfoca en primer plano, en la salubridad de los vecinos del municipio, así como en el mejoramiento del medio ambiente del mismo; en segundo plano, ayudar al personal involucrado en el sistema municipal de aseo urbano, así como a las personas individuales o jurídicas que participan en él, como los son las entidades privadas que recolectan los desechos en las fuentes de creación, a desarrollar sus actividades en forma ambientalmente adecuada.

La política ambiental sobre el manejo de desechos sólidos aplica a todos los vecinos del municipio desde sus hogares, centros de trabajo, de estudio, los empleados, proveedores y contratistas, así como a todas las operaciones que realiza el sector de aseo urbano, y a las actividades y procesos que involucra el manejo integral de los desechos sólidos municipales.

A través de esta política, el sistema municipal de aseo urbano, se debe comprometer a contribuir al desarrollo sustentable, orientado a hacer compatible el crecimiento económico y la protección al ambiente.



Todo esto con el enfoque a reducir la generación de desechos en la fuente incrementar la desviación de los desechos que se confinan; con el fin de incentivar la disminución de los desechos sólidos en las fuentes de generación (hogares, centros de trabajo y/o estudio, empresas e instituciones). Esto para disminuir la cantidad de desechos sólidos que se envían a rellenos o vertederos sanitarios, incrementando el porcentaje de materiales recuperados para su reciclaje o composteando la materia orgánica.

En la operación del sistema se considera básica la prevención y reducción de la contaminación, aunada a la optimización del aprovechamiento de los recursos, incluyendo las sustancias, agua y energía; para lo cual se seguirán lineamientos ambientales en las decisiones que se adopten, incluyendo las relativas a proyectos de expansión, mantenimiento, renovación y adquisición.

En concordancia con tal propósito, se deben diseñar e instrumentar programas que fomenten, entre otros, la prevención de la contaminación y la reducción de desechos, manejando las rutas de las seis "R", (rechazar, reducir, reparar, reusar, reutilizar, reciclar). Asimismo, se realizará la evaluación periódica de las actividades para determinar su desempeño ambiental respecto de las metas previamente establecidas y se buscará la mejora continua.

Al mismo tiempo, es necesario que se difundan las actividades de protección ambiental que se desarrollen, para hacerlas del conocimiento de todos los involucrados en el manejo integral de los desechos sólidos y del público en general.



En ese sentido es responsabilidad de los vecinos del municipio, así como de sus visitantes, conocer, entender y contribuir a la puesta en marcha de la política ambiental, en tanto que la municipalidad deberá asegurar que la plena ejecución de esta selección, diseño y operación de las instalaciones sean ambientalmente adecuadas.

Previo al diseño de una metodología (instrumento) para la incidencia en política ambiental en Guatemala, es necesario desarrollar y proponer un marco conceptual básico que permita clarificar el escenario en el cual se pretende incidir para que posteriormente, plantear una metodología para la incidencia en el tema. En este sentido y entendiendo que el diseño de la metodología es un proceso dinámico que se debe ir adaptando a las circunstancias, se propone empezar por la identificación de los conceptos básicos implicados en un proceso de incidencia en política ambiental en cuanto al manejo de los desechos sólidos.

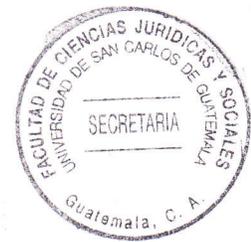
Otro asunto de gran importancia a ser tomado en cuenta para los efectos de contar con elementos que permitan un accionar más eficiente, es el que se relaciona con los espacios que están dados para la participación pública y qué, frecuentemente, se ignoran y no se utilizan. Se trata de espacios pequeños pero existentes. Es importante identificarlos con claridad y hacer un uso eficiente y efectivo de ellos.

En cuanto al ente encargado de iniciar una política ambiental del manejo adecuado de desechos sólidos, correspondería a la municipalidad de Guatemala encaminar el proyecto basandose en un estudio sobre la problemática planteada. El trabajo debe ser realizado en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y



de la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos con el apoyo
(CONADES).





CONCLUSIONES

1. La sociedad guatemalteca tiene poca cultura en cuanto al manejo adecuado de los desechos sólidos, ésta es la principal problemática que afecta el entorno de la ciudad y al medio ambiente.
2. Dentro de la normativa nacional no existe un reglamento o ley eficaz que regule la forma adecuada en que se deben separar los desechos sólidos, para su mejor extracción, recolección y disposición final.
3. En cuanto al servicio municipal de recolección de los desechos sólidos en los hogares de la ciudad de Guatemala, un escaso porcentaje cuenta con este servicio de forma privada, mientras que la demás población los elimina quemándolos o tirándolos en cualquier calle o avenida, creando grandes cantidades de contaminación al medio ambiente.
4. La falta de regulación en cuanto a los vertederos de desechos sólidos, agudiza más la problemática ambiental. En la ciudad de Guatemala, no existe un vertedero que llene los requisitos de salubridad mínimos u óptimos para tratar los desechos sólidos del municipio.
5. No existe una política ambiental integral para el manejo de desechos sólidos a nivel municipal, y cada día hay más contaminación ambiental y desechos sólidos dispersos en todo el país.





RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de Guatemala debe promover mediante un reglamento municipal sobre el manejo de los desechos sólidos a la población en general, una cultura ambiental mediante la transmisión de conocimientos, formación de valores y actitudes que conduzcan al desarrollo sostenible del país, incentivando la prevención de generación de desechos sólidos y procedimientos de reciclaje.
2. Es necesario que la Municipalidad de Guatemala regule dentro de un reglamento municipal, la forma ecuatoria de separar los desechos sólidos, para que la extracción, transportación, y disposición final se realicen de la forma adecuada, evitando más contaminación ambiental.
3. Determinar un procedimiento en la forma de extracción y recolección de los desechos sólidos por parte del servicio de extracción domiciliaria, regulado dentro de un reglamento implementado por la Municipalidad de Guatemala, el cual debe llenar los requisitos de separación, dependiendo de los componentes de los desechos sólidos, con el fin de un mayor aprovechamiento en cuanto al reciclaje de éstos.
4. Se deben regular las condiciones higiénico-sanitarias, ambientales de protección y seguridad con que deben contar los diferentes tipos de rellenos, vertederos, plantas de tratamiento y de recuperación de los desechos sólidos, en un reglamento normado por la Municipalidad de Guatemala.



5. Una política ambiental sobre el manejo de desechos sólidos es necesario para atender los problemas ambientales que causan, por lo que la Municipalidad de Guatemala debe generar información y sensibilizar a la población acerca de los impactos económicos y sociales de la contaminación ambiental por causa de los desechos sólidos, así como de los efectos nocivos de la contaminación y sus consecuencias en la salud mediante un reglamento municipal.



BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Protección Ambiental. **Reciclaje.** (EPA). Environmental Protection Agency. Guatemala, 1998

Banco de Guatemala. **Informe Anual de Importaciones y Exportaciones del Banco de Guatemala.** 2008.

Banco Mundial. **Estudio de desechos hospitalarios.** 2005.

BID y OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de desechos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** 2008.

BRAÑES BALLESTEROS, Raúl. **El derecho ambiental en América Latina.** Venezuela: Reproducciones Escuela Interamericana de Administración Pública. 1992.

CABANELLAS, Guillermo. **DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO DE DERECHO USUAL.** Buenos Aires, Argentina. Ed. Heliasta S. R. L., 1981.

Comisión Económica Para América Latina (CEPAL). **Informe ambiental latinoamericano.** 2008.

Comisión Nacional Del Medio Ambiente. **Situación Ambiental de la República de Guatemala 1992.** Guatemala: Reproducciones Presidencia de la República.

ESTEVAN, M. T. **Evaluación del impacto ambiental.** Madrid: Fundación Mapfre, 1989.

HUITZ AYALA, Federico Guillermo. **El Emergente Derecho Ambiental Guatemalteco.** Tesis de Abogacía y Notariado, USAC. Guatemala: Ediciones Mayté, 1990

<http://www.eco-sitio.com.ar/reciclajeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).

<http://www.hupsolarone.com/wet%20batteries.htm> (11 de agosto de 2009).

http://www2.uca.es/grup-invest/cit/reciclado/reciclado_elec.htm (15 de septiembre de 2009).

<http://www.isrcer.org/content.asp?contentid=783> (13 de octubre de 2009).

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/automatic-control-system-of-recycling-used-tires.html>. (12 de agosto de 2009).

<http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Toxico/ELEMENTOS.htm>. (13 de julio de 2009).

<http://www.plastivida.com.ar/pdf/3.pdf>. (13 de julio de 2009).

<http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti.shtml>. (14 de julio de 2009).



http://www.internatura.uji.es/estudios/reciclar/r_vidrio.html (17 de agosto de 2009).

http://www.ambientum.com/revista/2003_01/vidrio.htm (17 de agosto de 2009).

<http://www.eco-sitio.com.ar/reciclajeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).

http://www.ccad.ws/proarca/p_proarca/pdf_sigma/Guia_solidos_alta.pdf (17 de septiembre 2009).

http://www.ecolamancha.org/index.php?option=com_content&view=article&id=240:industria-del-reciclado (17 de septiembre de 2009).

<http://www.info.ccss.sa.cr/germed/gestamb/samb17.htm> (10 de marzo de 2010).

<http://www.eco-sitio.com.ar/reciclajeengeneral.htm> (13 de julio de 2009).

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/169> (16 de septiembre de 2009).

<http://www.iie.org.mx/boletin042003/apli.pdf> (17 de septiembre de 2009).

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). **Perfil Ambiental.** Universidad Rafael Landívar (URL) 2008-2009.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). **Perfil Ambiental.** Universidad Rafael Landívar (URL) 2006-2007.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). **Situación actual del manejo de los desechos sólidos en el área metropolitana de Guatemala y posibles opciones solución.** Universidad Rafael Landívar (URL) 2008.

Instituto Nacional de Ecología de México. **Manual de buenas prácticas de manejo para los aceites usados automotrices.** 2006.

Japan International Cooperation Agency (JICA). **Manejo de los Desechos Sólidos en el Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala.** 2005.

MAYORGA SAGASTUME, Pablo. **Desechos Sólidos Especiales en Guatemala: Baterías Domésticas, Llantas y Plásticos.** 2009.

Ministerio De Ambiente Y Recursos Naturales. **Anuario Estadístico Ambiental 2008.**

OPS-OMS-CONADESCO. **Análisis Sectorial de los Residuos Sólidos Municipales en Guatemala. Banco Mundial** 1995.

OSSORIO, Manuel. **Diccionario de Ciencias Jurídicas, Políticas Y Sociales,** Ed. Heliasta, S.R.L. 1981.

Prensa Libre. **Costos de mantenimiento del basurero de Guatemala.** Septiembre 2009.



Prensa Libre. **La basura sin control**. Agosto 2009.

VICAL. **Reciclaje del vidrio**. Ed. 2008.

Legislación:

Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente, 1986.

Código Civil. Enrique Peralta Azurdia, Jefe de Gobierno de la República de Guatemala, Decreto Ley 106, 1963.

Código Municipal. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 58-88, 1988.

Código De Salud. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 90-97, 1997.

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Congreso de la República de Guatemala, Decreto 68-86, 1986.

Ley de Áreas Protegidas. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 4-89, 1989.

Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 52-87, 1987.

Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos, para el Municipio de Guatemala. Concejo Municipal de la Ciudad de Guatemala, .Acuerdo Com. 028-2002, 2002.

Reglamento Para El Manejo De Desechos Sólidos Hospitalarios. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Acuerdo Gubernativo 509-2001, 2001.

Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Congreso de la República de Guatemala, Acuerdo Gubernativo 431-2007. 2007.

Convenio Centroamericano Sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 6-94, 1994.

Convenio Muncial Sobre e Control Internacional de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos. Congreso de la República de Guatemala, Decreto 3-95, 1995.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Congreso de la República de Guatemala Decreto 15-95, 1995.

Acuerdo Gubernativo, que Prohíbe la Importación de los Gases Clorofluorocarbonos (Cfc) y la Fabricación de sus Productos, Quedando Sujetas a las Sanciones que Determina la ley de Protección y Mejoramiento

del Medio Ambiente. Presidente de la República, Acuerdo Gubernativo 252-89,
1989.

