



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica - Industrial

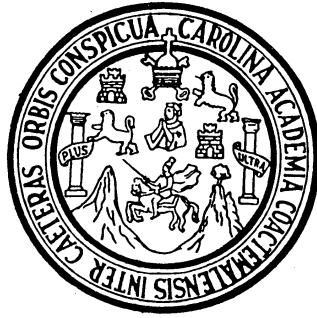
**RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS, DOMÉSTICOS, COMERCIALES E
INDUSTRIALES EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA**

Danilo Tello Ramos

Asesorado por Ing. Roberto Valle González

Guatemala, noviembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS, DOMÉSTICOS, COMERCIALES E
INDUSTRIALES EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DANILO TELLO RAMOS

ASESORADO POR: ING. ROBERTO VALLE GONZÁLEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Jacinto Quan Chú
EXAMINADOR:	Inga. María del Carmen Baldizán Botrán
EXAMINADOR:	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR:	Ing. Eynard Welmar Menéndez Quinteros
SECRETARIO:	Ing. Edgar José Bravatti Castro

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS, DOMÉSTICOS, COMERCIALES E
INDUSTRIALES EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA**

Tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial, en junio
de 2003

Danilo Tello Ramos

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. GENERALIDADES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS COMUNES	1
1.1. Definición y clasificación de los desechos sólidos	3
1.1.1. Definición de la basura	3
1.1.2. Clasificación	4
1.2. Características de los desechos sólidos	5
1.3. Disposición de los desechos sólidos	5
1.3.1. Generación de desechos sólidos	8
1.3.2. Almacenamiento en el lugar de origen	9
1.3.3. Recolección	10
1.3.4. Transporte	10
1.3.5. Procesamiento	10
1.3.6. Disposición final	10
1.4. Situación geográfica y otro indicadores para el municipio de Villa Nueva	11
1.4.1. Ubicación geográfica	11
1.4.2. Características físicas	11
1.5. Contaminación y ecología	12

2.	SITUACION ACTUAL DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	13
2.1.	Ubicación y población del municipio de Villa Nueva	13
2.2.	Cantidad de desechos sólidos generados en Villa Nueva	17
2.3.	Agentes generadores de desechos sólidos	18
2.4.	Tipos de desechos generados en Villa Nueva	19
2.5.	Capacidad de respuesta de la municipalidad de Villa Nueva para brindar facilidades	20
2.6.	Procesamiento que se le da a los desechos sólidos	21
2.7.	Disposición final que se le da a los desechos	22
2.8.	El papel de la municipalidad	23
2.9.	Aspectos educativos	24
3.	PROPUESTA DE REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA	27
3.1	Disposiciones generales	28
3.1.1	Ámbito de aplicación y competencia	28
3.1.2	De las definiciones y terminología	29
3.2	Servicios de desechos sólidos	33
3.2.1	Almacenamiento	33
3.2.2	Recolección y transporte especial	38

4. IMPLEMENTACION DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN	45
4.1 Método de recolección de desechos sólidos comunes	45
4.2 Método de recolección de desechos reciclables y reutilizables	48
4.3 Método de recolección de desechos orgánicos	57
4.4 Proceso de recolección de los desechos orgánicos	68
4.4.1 Objetivo	68
4.4.2 Equipo y aparatos	69
4.4.3 Procedimiento	69
5. RESULTADO Y VERIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	
5.1 Estación o plantas de transferencia	73
5.2 Tratamientos	74
5.2.1 Desechos sólidos especiales	74
5.2.2 Criterios de diseño y ubicación	75
5.2.2.1 Criterios de operación	76
5.3 Contaminación por desechos sólidos	78
5.3.1 Prohibiciones	78
5.4 Disposiciones administrativas	81
5.4.1 Medios de régimen de sanciones	81
5.4.2 Aspectos económicos y financieros	85
5.4.3 Disposiciones finales	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Etapas del proceso de disposición de los desechos sólidos	7
2.	Diseño de bodega del centro de acopio	54
3.	Diseño de estantes para productos reciclables	54
4.	Dimensiones de los contenedores	59
5.	Área de recolección si los contenedores están ubicados en calle transitada	65
6.	Área de recolección si los contenedores están ubicados al final de una calle	66

TABLAS

I.	Población del área de Villa Nueva	13
II.	Cantidad de desechos sólidos en el departamento de Guatemala	18
III.	Generación de desechos según clase social	19
IV.	Porcentaje de desechos por clase	20
V.	Tiempo de biodegradación de los desechos sólidos	22
VI.	Identificación de factor de generación de desechos sólidos según institución	25
VII.	Cantidad de desechos reciclables generados	51
VIII.	Cantidad de desechos por escuela	52
IX.	Cuadro de tarifas propuestas	82

GLOSARIO

Basura	Se entiende por basura todo desecho sólido, o semisólido, putrescible, con excepción de excretas de origen humano. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales y de establecimientos hospitalarios, plaza de mercado, ferias populares escombros, incluyendo aquéllos producidos por movimientos de tierra y actividad de construcción, entre otros.
Biodegradable	Propiedad de toda materia de tipo orgánico para ser metabolizada por medios biológicos.
Centro de acopio	Es el lugar en donde se reciben y compran los diferentes materiales que pueden ser reciclables.
Compost	Es la materia resultante de la oxidación o biodegradación de los residuos orgánicos en un proceso controlado de oxigenación por volteo periódico.
Contaminación	La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen la flora, la fauna o la vida, la salud y el bienestar humano; que constituya una molestia o degrade la calidad del aire, agua, suelo u otros bienes nacionales o particulares.

Contenedor	Recipiente de gran capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado, utilizado para el almacenamiento de desechos sólidos generados en lugares de gran concentración, que presentan difícil acceso o bien en aquellas zonas donde por su capacidad es requerido.
Desecho sólido	Cuerpo, con forma y volumen constante, que presenta resistencia a la separación y que no sirve.
Lixiviado	Líquido contaminante que resulta de la percolación a través de drenado de un estrato de desecho sólido y que contiene materiales miscibles saludables, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desecho
Plata de compostaje	Sitio en donde se manejan, por medios mecánicos, manuales o en celdas, los residuos orgánicos para convertirlos en compost.
Relleno sanitario	Método de disposición final de desechos sólidos en el suelo, que consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más pequeño, cubrirlos diariamente con tierra u otro material de relleno, sobre una base previamente acondicionada e impermealizada con drenajes para control de líquidos lixiviales y tubería para el control de gases.

RESUMEN

Uno de los problemas más grandes que enfrenta el municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala, no es la generación de desechos, sino la forma como se eliminan, lo cual contribuye a la contaminación del medio ambiente.

A ningún ciudadano, sin importar su condición socioeconómica, escapa el problema de los desechos sólidos ya que están presentes en toda actividad diaria humana, ya sea en el hogar, oficina, mercado, escuela, centro de diversión o en los propios cementerios. La contaminación por la acumulación de desechos sólidos cada vez es más evidente debido al aumento desmedido de la población en ciudades o municipios de rápido crecimiento como Villa Nueva.

Los desechos que más se generan son la materia orgánica con un 45%, es decir, los desechos de los hogares, los desechos de jardín que alcanzan el 21%, mientras que los materiales reciclables y/o reutilizables presentan el 28%.

El problema de la producción excesiva de desechos, radica en el consumismo, ya que somos un país en vías de desarrollo y consumimos más de lo que producimos. La globalización industrial también afecta debido a que los grandes productores, con el objeto de vender el excedente de sus productos, se abren mercado en el extranjero, encontrado receptores como Guatemala y la mayoría de países latinoamericanos.

Debe tenerse claro que el manejo adecuado de los desechos sólidos es un aspecto de cultura que debe inculcarse en la población infantil.

OBJETIVOS

General

Crear una solución viable contra el deterioro del medio ambiente, originado por el inadecuado manejo de los desechos sólidos, y tratar de resolver alguna de las etapas que conforman el problema de los desechos en Villa Nueva

Específicos

1. Proporcionar información mas concreta que sirva como aporte para el control efectivo de la generación de basura.
2. Determinar las causas que originan la generación excesiva de los desechos sólidos.
3. Presentar el actual manejo de los desechos, sus tipos y el procesamiento que se les da.
4. Diseñar un sistema eficiente de recolección, transporte y disposición final de los desechos generados.
5. Proponer un reglamento que norme el sistema de recolección y tratamiento de los desechos sólidos.

6. Dar a conocer la importancia del adecuado manejo del tratamiento de los desechos sólidos.

7. Implantar un programa de participación activa y correcta de la ciudadanía en la etapa de generación de los desechos sólidos.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país siempre han existido iniciativas para buscar soluciones al problema de la basura. Éstas van desde intentos privados de manejo de desechos sólidos, por medio del reciclaje o la recuperación, hasta planes muy ambiciosos de disposición final en rellenos sanitarios de parte de los gobiernos municipales. Se han elaborado diversos estudios de acercamiento al problema por parte de universidades, alcaldías, organismos internacionales y empresa privadas. Por Guatemala han desfilado numerosos consultores expertos de la Organización Panamericana de Salud, se han realizado diversos trabajos buscando salidas técnicas y económicamente viables y los gobiernos municipales han planificado en varias ocasiones el manejo de la basura. Sin embargo, siempre se continúa observando un mal manejo de la basura, quizás se ha fallado en no atacar la fuente del problema: la actitud de producir basura. La mayoría de las estrategias de solución se han orientado a tener una naturaleza curativa y no preventiva. Una vez que se ha generado basura, se busca qué hacer con ella, cuando probablemente se debe buscar cómo evitar tenerla.

El factor de mayor incidencia en la problemática de la basura es el cambio en los patrones de asentamiento humano en el territorio nacional, que se expresan en una creciente concentración de la población, así como una desordenada y masiva urbanización, sobre todo en la ciudad capital y sus municipios, siendo Villa Nueva uno de los de mayor crecimiento.

El municipio de Villa Nueva ha experimentado el mayor crecimiento poblacional desde la década de los 70. El crecimiento desmedido se debe a las colonias residenciales que se

han ido formando y a la migración de familias completas del interior de la República que forman asentamientos humanos con el objeto de mejorar sus condiciones de vida. El problema de crecimiento desmedido de la población recae en la municipalidad, que no tiene capacidad económica y de gestión para procesar adecuadamente la enorme cantidad de basura generada.

En nuestro país han existido iniciativas para buscar soluciones al problema de los desechos; sin embargo, éstas no se llevan a cabo o no dan resultado. El manejo de la basura continúa siendo el equivocado. Quizás se ha fallado en no atacar la fuente del problema: la actitud de generar basura.

De ahí que el problema persista a través de los años sin que se logren soluciones técnicas que contribuyan a disminuir la generación de basura y solucionar el problema de manera integral.

En el aspecto económico, los costos de eliminación de desechos aumentan considerablemente. En este sentido, cobra gran relevancia la política de velar por la imputación del precio total de la eliminación segura de desechos a quienes los generan, como forma de establecer un equilibrio costo/beneficio en el reciclaje de los desechos y la recuperación de recursos. Todo esto bajo el lema de que quien contamina paga. Avanzar en esta política es prioritario, tanto en el aspecto económico como en la toma de conciencia por parte de los productores de desechos sólidos.

Para esto es necesario efectuar un estudio que sirva como un aporte concreto en el control efectivo de la generación de basura. Por eso se presentan los antecedentes de la producción de desechos sólidos y su clasificación, así como la situación geográfica y las características físicas de Villa Nueva.

1. GENERALIDADES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS COMUNES

La mayor parte de las actividades que el hombre realiza generan residuos sólidos, comúnmente conocidos como basura. Desde los orígenes de la humanidad ha sucedido esto. Cuando el hombre se encontraba en estado nómada y la naturaleza le proveía de los alimentos, no se preocupaba por los residuos de su alimentación o modo de vivir, ya que al desplazarse de un lugar a otro la descomposición de ellos no le afectaba y se transformaban en material aprovechable para los animales y plantas. Al pasar al estado sedentario el hombre escoge los márgenes de los ríos, ya que ellos le aseguraban un lugar para proveerse de agua y cultivar sus alimentos; en esta etapa los residuos eran tirados al río o botados al suelo. Pero a pesar de mantener esta práctica, no producían contaminación alguna, debido a que la cantidad era mínima con relación al medio ambiente y los desechos generados eran de tipo orgánico, los cuales no contaminaban el medio ambiente.

A medida que la población ha aumentado y el desarrollo industrial ha crecido, los desechos sólidos también aumentan. Si no atendidos sanitariamente, traen como consecuencia la contaminación y surge así la necesidad de controlar o atender el problema de almacenar, recolectar y disponer de la basura en una forma adecuada por medio de sistemas de servicio de recolección, los que a su vez han tenido que tecnificarse para atender la demanda que esta presenta.

En Guatemala, se le ha dado poca importancia al problema de la basura, de tal manera que actualmente ha tomado dimensiones alarmantes en cuanto a los recursos y sitios para disponer de la basura, ya que éstos son escasos e inapropiados para disponer adecuadamente de toda la basura que se genera.

Desafortunadamente, para la mayoría de los guatemaltecos la acumulación de basura es un elemento normal. Es algo que casi se ha convertido en parte de las ciudades, carreteras, zonas industriales, paisaje rural, etc.

Lamentablemente estas consideraciones son universalmente aplicables a todas las clases sociales de nuestro país. En la sociedad guatemalteca no existe cultura del reciclaje, preservación del ambiente u ornato en ningún estrato social.

La acumulación de basura y desechos sólidos representa un fuerte impacto negativo en múltiples actividades de la vida. La basura y los desechos sólidos afectan la salud en varios aspectos y el presupuesto, ya que alguien tiene que ser asignado para recolectarla. También afecta los recursos, como tierra, aire y agua, al contaminarlos con químicos, humo y vertidos.

La basura, al igual que todos los elementos o componentes de la naturaleza, de por sí no son nocivos. La basura es nociva cuando se encuentra en el lugar equivocado, en grandes cantidades y con manejos inadecuados. El plástico, por ejemplo, es inadecuado como basura de bolsitas de refrescos en las carreteras, pero no representan mayor problema depositadas en el lugar adecuado. Los promontorios de basura orgánica son inadecuados frente a escuelas, centros de salud u hospitales, pero en un relleno sanitario representan una fuente potencial de metano.

Al estudiar este fenómeno es imposible no caer en análisis comparativos con otras sociedades. El hecho de que muchas ciudades estadounidenses o europeas luzcan limpias no es casualidad, y no significa que no produzcan basura. La producen y en mayor cantidad absoluta y per cápita que Guatemala, como se explicará más adelante. En Centroamérica, Costa Rica es un buen ejemplo de país limpio. En ambos casos quizás el factor común sea legislación, educación y facilidades.

En nuestro país siempre han existido iniciativas para buscar soluciones al problema de la basura; éstas van desde intentos privados de manejo de desechos sólidos, por medio del reciclaje o la recuperación, hasta planes muy ambiciosos de disposición final en rellenos sanitarios por parte de los gobiernos municipales. Se han elaborado diversos estudios de acercamiento al problema por parte de universidades, alcaldías, organismos internacionales y empresa privadas. Por Guatemala han desfilado numerosos consultores expertos de la Organización Panamericana de Salud, se han realizado diversos trabajos buscando salidas técnicas y económicamente viables y los gobiernos municipales han planificado en varias ocasiones el manejo de la basura. Sin embargo, siempre se continúa observando un mal manejo de la basura. Quizás se ha fallado en no atacar la fuente del problema: la actitud de producir basura. La mayoría de las estrategias de solución se han orientado a tener una naturaleza curativa y no preventiva, una vez que se ha generado basura, se busca qué hacer con ella, cuando probablemente se deba buscar cómo evitar tenerla.

Una forma de eliminar la contaminación originada por la basura es incluyendo en los planes de estudio, desde la primaria, enseñanza ecológica y contaminante.

1.1. Definición y clasificación de los desechos sólidos

1.1.1 Definición de la basura

La basura es el conjunto de elementos heterogéneos provenientes de los desechos y desperdicios del hogar y la comunidad en general, de la cual la población necesita deshacerse diariamente. Por su alto porcentaje orgánico, la basura está expuesta a la fermentación, produciendo gases y olores desagradables; además, propicia las condiciones para la proliferación de insectos y roedores transmisores de enfermedades.

Se entiende por basura los materiales desechos o sobrantes que tienen un carácter sólido o semisólido, que fluirán únicamente con la presencia de algún líquido. Ésta

incluye desechos, desperdicios, cenizas, producto de barrido de las calles, materia orgánica animal, residuos provenientes de casas, tiendas, restaurantes, mercados, industrias, etc.

Por esta razón el manejo inadecuado de los desechos representa un peligro para la salud pública y el medio ambiente.

1.1.2 Clasificación

Para establecer una diferencia entre los componentes de la basura y destacar su heterogeneidad, se han propuesto los términos siguientes.

- a. **Desperdicios.** Residuos sólidos o semisólidos animales o vegetales procedentes del manejo, preparación y consumo de alimentos, los cuales están sujetos a descomposición y putrefacción.
- b. **Residuos sólidos.** Comprende las basuras, desperdicios y otros materiales sólidos de desecho que resultan de actividades comunitarias, comerciales o industriales. Se excluyen de esta definición los materiales sólidos disueltos en las aguas residuales (servidas o negras).
- c. **Desechos.** Residuos sólidos no putrescibles (excepto ceniza). Los desechos consisten en materiales combustibles, como papel, cartón, telas, maderas, y materiales no combustibles, como latas, broza de patio, vidrios, loza metales y objetos similares.
- d. **Ceniza.** Residuos de la combustión de madera, carbón u otros materiales que se utilizan para uso doméstico e industrial.

- e. **Basura del barrido de las calles.** Son las que proceden del barrido de las calles, plazas y parques, y que se componen especialmente del polvo, hojarasca, pasto y otros desechos.
- f. **Basuras especiales.** Son las provenientes de los hospitales, clínicas y lugares en donde pueden existir individuos enfermos; y de las industrias, que por su composición son tóxicas o peligrosas.

1.2 Características de los desechos sólidos

Las características de los residuos sólidos varían según los siguientes factores: dependiendo del lugar en que son generados, ya que varían en función de los hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, clima, estaciones y otras condiciones locales que modifican y hacen variables dichas características.

El conocimiento de las mismas y su control continuo permite la búsqueda de soluciones apropiadas a los problemas involucrados en las etapas de generación, almacenamiento, recolección y disposición final, que en su conjunto constituyen el servicio de limpieza en una ciudad.

1.3. Disposición de los desechos sólidos

El tratamiento de los residuos sólidos es muy variado, va desde formas complicadas con el uso de alta tecnología hasta sencillas como la incineración o el entierro; todas persiguen el objetivo de preservar el medio ambiente y proteger la salud pública. Consecuentemente se hace necesario que los residuos sólidos sean controlados desde su generación hasta su disposición final.

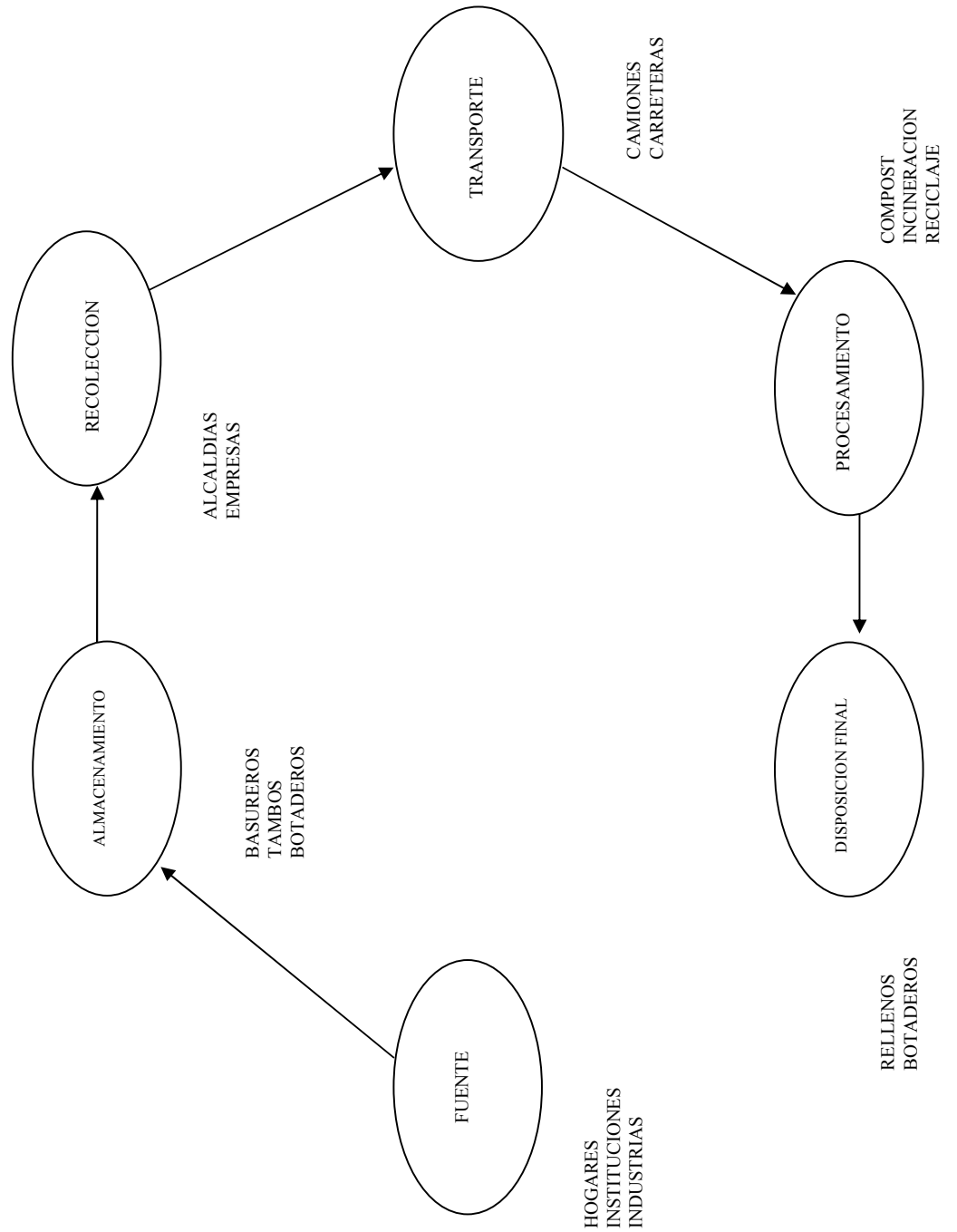
Etapas de la disposición de los residuos sólidos:

- a. Generación de desechos.
- b. Almacenamiento en el lugar de origen.
- c. Recolección.
- d. Transporte.
- e. Procesamiento.
- f. Disposición final.

Cada una de estas etapas presenta diferentes características, y por lo tanto formas diferentes en que pueden ser abordadas. Esto también dependerá de las necesidades de la población, el alcance económico de las autoridades encargadas, el papel que jueguen los movimientos ecologistas y las características físicas del lugar, entre otras variables. Por esta razón existe un esquema universal para enfrentar el tratamiento de la basura; las etapas mostradas podrán fusionarse o extenderse de acuerdo con la complejidad y tamaño de la ciudad. Ver figura 1.

En nuestro país, las municipalidades son las encargadas del proceso y existen en algunos lugares empresas privadas y/o intermediarios que se dedican a absorber parte del ciclo, como la clasificación para su posterior reciclaje. Esto lo realizan las ciudades principales y algunos de los municipios más grandes del país como Villa Nueva sin embargo, en la zona rural no existe ningún tipo de tratamiento de basura. El Ministerio de Salud, a través de la dependencia de Saneamiento Ambiental, lleva a cabo iniciativas dirigidas a concienciar a la población rural para enfrentar la problemática a través de la incineración o el entierro.

Figura 1. Diagrama secuencial de las etapas de disposición de desechos sólidos



1.3.1. Generación de desechos sólidos

La disposición de la basura comienza por su generación. El conocimiento de sus componentes y el lugar de generación es importante, ya que sirven como base para la toma de decisiones en las etapas posteriores de clasificación, recolección y almacenamiento.

De acuerdo con su fuente de generación, los residuos se dividen en:

- a) Residuos domésticos. Son aquellos residuos provenientes de los hogares. Están constituidos por una composición de desperdicios de comida, papel, madera, plástico, materiales de goma, productos textiles, vidrio, metales, polvo y basura de jardín. La composición de los residuos domésticos puede variar dependiendo de factores como estación del año (se produce más basura de jardín durante el invierno) o la época del año (se produce mayor cantidad de papel y desperdicios de cocina en época navideña). Esta situación se evidencia en menor grado en el área rural con respecto a la ciudad. el grado de industrialización de la ciudad (un país industrializado produce mayor cantidad de papel y plástico), los niveles de ingreso (familias con ingresos económicos altos producen más plásticos y papeles), etc. son factores que influyen.
- b) Residuos comerciales. Es todo residuo sólido originado en edificaciones destinadas al comercio en general, incluye oficinas, mercados, hoteles, supermercados, teatros, almacenes, restaurantes, etc. Los residuos comerciales se generan principalmente en el área urbana y están compuestos básicamente por restos del alimento, papel, cartón y plásticos.
- c) Residuos industriales. Son todos los residuos sólidos o semisólidos resultantes de procesos industriales. Estos pueden ser tóxicos o no tóxicos, dependiendo de la naturaleza de su composición química. Como residuos industriales se consideran la

madera, papel, vidrio, goma, sobrantes textiles, pequeñas cantidades de desperdicios alimenticios, desechos metálicos y plásticos.

- d) Residuos hospitalarios. Son residuos provenientes de hospitales, unidades de salud, clínicas médicas, etc. Existen dos tipos de residuos hospitalarios: los sépticos o no contaminantes, compuestos generalmente por restos alimenticios, papel y desechos plásticos, y los no sépticos o contaminantes, provenientes de intervenciones quirúrgicas, curaciones y laboratorios.
- e) Residuos institucionales. Son residuos provenientes de instituciones públicas, como escuelas, cuarteles, oficinas de gobierno y otros. Están compuestos generalmente por papeles, plásticos y restos de alimentos.

1.3.2. Almacenamiento en el lugar de origen

Esta segunda etapa se refiere a la forma de almacenamiento de la basura, es decir, las condiciones en que son almacenadas en su lugar de generación. Esta forma de almacenamiento debe responder a necesidades sanitarias, es decir, que no permitan la proliferación de vectores causantes de enfermedades, aunque también podrá responder a necesidades de comodidad y estética para los usuarios.

El manejo de residuos sólidos requiere un extenso y continuo esfuerzo, debido a su heterogeneidad ya que son generados, en su mayor parte donde la gente vive y en áreas con espacio de almacenaje limitado.

1.3.3 Recolección

Se define como la acción de juntar y recuperar los desechos sólidos en el lugar que son generados. Esta etapa puede constituir alrededor del 80% del costo total de las etapas del proceso de disposición, por lo que se le debe poner especial atención. La recolección puede llevarse a cabo por medio de limpieza pública, empresa privada o por el mismo generador de los desechos.

1.3.4 Transporte

Se refiere a la acción de trasladar los desechos sólidos desde el lugar en que fueron generados hasta el destino final, que puede ser un relleno sanitario, el lugar de la incineración, el lugar del reciclaje, etc.

1.3.5 Procesamiento

Este elemento incluye todas las técnicas, equipo, instalaciones y servicios utilizados para la clasificación de materiales para reciclaje o conversión de energía, mejorando así la eficiencia en el manejo de los residuos sólidos.

1.3.6 Disposición final

Es el último destino de los residuos sólidos, recolectados y transportados directamente a un sitio de relleno; semisólidos, de plantas de tratamiento, municipales o industriales; residuos de la incineración, compostaje y otros sin utilidad provenientes de los diversos procesos de recuperación.

1.4 Situación geográfica y otros indicadores para el municipio de Villa Nueva

En el presente trabajo se ha seleccionado el municipio de Villa Nueva por el grave problema que actualmente afronta en la recolección y tratamiento de desechos sólidos, principalmente por la situación ambiental generada debido a la acumulación excesiva de basura.

1.4.1 Ubicación geográfica

Villa Nueva es un municipio del departamento de Guatemala, ubicado al sur de la ciudad capital. Está limitado por:

Norte:	Mixco y Guatemala
Este:	San Miguel Petapa
Sur:	Magdalena Milpas Altas Santa Lucía Milpas Altas San Lucas Sacatepéquez

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud:	14°31'32" norte
Longitud:	90°35'15" oeste

1.4.2 Características físicas

Extensión territorial: cuenta con 75 km² de área total, de la que 73.42 km² (equivalente al 97.90%) se encuentran dentro de la cuenca del lago de Amatitlán.

Montañas: Cruz Grande, El Chifle, El Sillón, El Ventarrón, La Peña y Pueblo Viejo.

Ríos: Mashul, Parrameno, Platanitos, Villalobos y San Lucas.

Clima: templado.

Temperatura y humedad: es templada, seca y el rocío es escaso y pasa desapercibido. El azogue del termómetro se mueve con tanta lentitud que no se percibe su variación. En tiempos comunes es de 18 a 19 grados centígrados; en épocas de calor llega a 22 y 23 grados centígrados, en época de frío se adormece a los 9 y 10 grados centígrados; promediando una temperatura anual de 20 grados centígrados y un porcentaje del 50% de humedad.

Población: según el Instituto Nacional de Estadística INE la población llega a 191,069.

1.5 Contaminación y ecología

Tanto en años pasados como en la actualidad, no ha existido conciencia ecológica. Toda clase de desechos se lanzan a los ríos, calles, terrenos baldíos, convirtiéndolos en botaderos a cielo abierto. Su disolución era aparente, pero se pensaba que éstos ya no existían. Sin embargo, los pueblos crecen al igual que los desechos sólidos.

A continuación se mencionan los problemas más comunes de la contaminación por desechos sólidos:

- a. Tirar basura al aire libre (botaderos)
- b. Enterrar basura indiscriminadamente (rellenos improvisados)
- c. Tirar desechos al agua (lagos, ríos y mares)
- d. Exportar basura (trafico de desechos)
- e. Quemar la basura (incineración)

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

2.1 Ubicación y población del municipio de Villa Nueva

Tabla I. Población del área de Villa Nueva

NOMBRE	CATEGORÍA	POBLACIÓN
Villa Nueva	Villa	20,594
Bárcenas	Aldea	9,688
Villalobos I	Colonia	11,479
Ciudad Real I	Colonia	6,876
Ciudad Real II	Colonia	6,868
Castañas	Colonia	2,692
Villalobos III	Asentamiento	812
Nuevo Porvenir	Asentamiento	558
El Mezquital	Colonia	8,029
Caridad	Granja	12
Villa de Sevilla	Colonia	1,051
Villas Club el Dorado	Colonia	1,513
Monte de los Olivos	Asentamiento	1,159
El Zapote	Paraje	10
El Calvario	Caserío	494
El Tablón	Caserío	279
El Paraíso	Finca	136
El Zarzal Guillén	Finca	208
Enriqueta	Colonia	5,347
Ciudad Peonía	Colonia	11,799
Terrazas I	Colonia	1,273
La Eterna Primavera	Colonia	4,365
Linda Vista	Colonia	6,781
Lomas del Sur	Colonia	918

El Gran Mirador	Asentamiento	2,475
Forinta	Colonia	111
Ulises Rojas	Colonia	557
Colonia Residencial Villa	Villa	382
Monte María I	Colonia	1,317
Monte María Norte	Colonia	164
Morelia	Granja	2
Nueva Primavera	Colonia	109
Primavera	Colonia	421
Ramírez	Aldea	1,228
Colonia Campo Real	Villa	29
Roldán	Finca	30
Santa Isabel	Colonia	3,895
San José	Aldea	5,351
La Joya	Colonia	189
San Rafael Los Tanques	Colonia	213
Prados del Sur	Colonia	332
Lomas de San Rafael	Colonia	204
Seis Robles	Granja	21
San Rafael Los Tanques II	Colonia	195
La Esperanza	Colonia	94
Villalobos	Caserío	422
Tierra de Promisión II	Colonia	543
Maestros del ICTA	Colonia	228
San José La Laguna	Colonia	597
San José El Pino	Colonia	315
San José III	Colonia	74
Residenciales Catalina	Colonia	724
San José IV	Colonia	37
Marianita	Colonia	615
Tierra de Promisión I	Colonia	265
La Barca	Colonia	195
La Esperanza	Asentamiento	5,285
Residencial Guatel	Lotificacion	514

El Éxodo	Asentamiento	5,432
Residenciales San Luis	Colonia	373
Colonia Santa Isabel II	Villa	117
Planes del Norte	Colonia	255
El Renacimiento	Colonia	1,135
Colonia El Tabloncito	Villa	256
El Búcaro	Colonia	1,549
Residenciales Terranova	Lotificación	1,004
Colonia Venecia II	Villa	363
San José El Placer	Colonia	1,374
Planes del Frutal	Colonia	351
Las Cuevonas	Paraje	3
San Rafael Los Tanques III	Colonia	640
Villas del Prado	Colonia	63
Residenciales Villalobos	Colonia	197
Colonia Las Marías	Villa	67
Colonia Santa Teresita	Villa	888
Pinares del Lago	Colonia	567
Colonia Venecia I	Villa	394
Residenciales Prados de Sonora	Colonia	1,024
Colonia Ciudad del Sol	Villa	4,037
Colonia San Gabriel I	Villa	156
Colonia Los Ángeles	Villa	407
Colonia Covitigss	Villa	1,241
Tres Banderas	Asentamiento	165
El Esfuerzo	Asentamiento	731
Colonia Valle Verde	Villa	529
Candelaria	Colonia	93
San Fernando	Colonia	587
El Carmen	Caserío	71
Fegua I y II	Asentamiento	2,369
Granja Gutiérrez	Colonia	455
Granja Italia	Colonia	142
Residenciales Catalán II	Colonia	533

La Selva	Caserío	597
Santa Clara	Finca	292
Lomas de Trigo	Labor	3
Los Planes	Colonia	4,249
Colonia La Arada I y II	Villa	3,218
San José II	Colonia	3
Modelo	Colonia	372
San Simón	Colonia	669
Urías	Colonia	117
Terrazas II	Colonia	1,321
San Miguelito	Parcelamiento	3,631
Concepción	Finca	18
Residenciales Casas del Campo	Colonia	607
San Rafael Los Tanques IV	Colonia	276
Liceo Javier	Colonia	343
Monte María	Colonia	1,143
Valle Dorado II	Colonia	1,856
Lago Azul	Colonia	107
Jardines de la Virgen	Colonia	315
Sandoval Aquino	Colonia	48
Villa lobos II	Colonia	8,205
Mariano	Colonia	85
Solano	Lotificación	1,267
Colonia Clarita I y II	Villa	482
Colonia San Miguelito	Villa	1,945
Prados de Monte María	Colonia	2,206
Superior	Colonia	52

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

El factor de mayor incidencia en la problemática de la basura es el dramático cambio en los patrones de asentamiento humano en el territorio nacional, que se expresan en una creciente concentración de la población, así como una desordenada y masiva urbanización, sobre todo en la ciudad capital y sus municipios, siendo Villa Nueva uno de los de mayor crecimiento.

El municipio de Villa Nueva ha experimentado el mayor crecimiento poblacional desde la década de los 70. El crecimiento desmedido se debe a las colonias residenciales que se han ido formando y a la migración de familias completas del interior de la República que forman asentamientos humanos con el objeto de mejorar sus condiciones de vida. El problema de crecimiento desmedido de la población recae en la municipalidad, que no tiene capacidad económica y de gestión para procesar adecuadamente la enorme cantidad de basura generada.

2.2 Cantidad de desechos sólidos generados en el departamento de Guatemala

Según un estudio realizado por Greenpeace Centroamérica, el promedio de basura domiciliar generada en Guatemala es de 0.54 kg por habitante al día.

La cantidad de desechos sólidos domiciliarios generados en Villa Nueva son el 65% del total, ya que el 45% restante son desechos industriales, los cuales son transportados al supuesto relleno sanitario ubicado en el kilómetro 22 carretera al Pacífico.

Tabla II. Cantidad de desechos sólidos en el departamento de Guatemala

CIUDAD	Tons./día 1995	Tons./día 2002
Guatemala	697.2	829.3
Santa Catarina Pinula	26.7	32.6
San José Pinula	19.4	23.7
Chinautla	47.3	57.8
Mixco	229.2	274.5
Villa Nueva	135.8	165.9
Villa Canales	47.3	57.8
Petapa	27.9	39.3
Total	1,212.8	1,480.9

FUENTE: Manual ciudadano sobre desechos sólidos, página 35

2.3 Agentes generadores de desechos sólidos

Desde la antigüedad, nuestros antepasados, es decir, las sociedades primitivas, han utilizado los recursos naturales para sus medios de supervivencia y a raíz de este proceso se vienen generando los desechos sólidos y evacuándolos de una o de otra manera al medio ambiente. En tiempos remotos, las consecuencias de la evacuación de los desechos sólidos no era vista como un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los desechos sólidos era relativamente grande.

Como en la actualidad la gente de las provincias migra a la ciudades grandes en busca de mejor calidad de vida, de la misma manera en los tiempos remotos la gente se congregaba en pequeños clanes y formaba así las aldeas que ahora son las grandes ciudades generadoras de desechos sólidos. Actualmente alcanzan niveles altos e incontrolables, como el caso de Guatemala. Se puede decir que desde los inicios de la civilización humana, nuestra especie ha dejado a su paso una estela de desechos, que son el residuo no utilizado de nuestras actividades de producción, distribución y consumo.

Tabla III. Generación de desechos según clase social

FUENTE	NIVEL DE VIDA BAJO	NIVEL DE VIDA MEDIO	NIVEL DE VIDA ALTO
Banco Mundial Países en desarrollo	0.2	0.3	0.6
Banco Mundial Países subdesarrollados	0.15 a 0.22	0.18 a 0.33	0.26 a 0.33
Centro Ecodesarrollo, México DF		0.15 a 0.30	
Ministerio del Ambiente de Canadá	0.18	0.31	0.53
Estudios sobre Reciclaje en Sao Paulo, Brasil	0.31	0.32	0.35
Estudio en una villa en Canadá	0.18	0.31	0.53
Estudio sobre basura en Caracas, Venezuela	0.31	0.32	0.35

FUENTE: Trabajo de consultaría de Ing. Roberto Cabezas, junio 2000, El Salvador.

Obsérvese que el volumen producido según los estados sociales varía. Es mayor a medida que asciende el poder adquisitivo. En América Latina, una persona de nivel de vida alto, produce más del doble de desechos sólidos que una persona de nivel de vida bajo, según datos del cuadro anterior. Por supuesto que no descartamos los desechos sólidos en su mayoría tóxicos que genera la industria y los hospitales.

2.4 Tipos de desechos generados en Villa Nueva

En Villa Nueva, al igual que en la mayoría de países subdesarrollados, se produce desechos sólidos casi con las mismas características, pero difieren en volumen.

Tabla IV. Porcentajes de desechos por clase

COMPONENTES	PORCENTAJES
Materia orgánica	45
Desechos de jardín	21
Plástico	6
Papel	4
Cartón	11
Tela	2
Vidrio	2
Cuero	2
Metales	5
Madera	2
Total	100

FUENTE Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca y el lago de Amatitlán.

Podemos observar, de acuerdo con la tabla anterior, que el principal componente es la materia orgánica, procedente de la preparación y consumo de alimentos, lo cual está acorde con los hábitos de consumo del estudio social de clase baja.

2.5 Capacidad de respuesta de la municipalidad de Villa Nueva para brindar facilidades

En la actualidad la municipalidad se encuentra en una fase inicial en lo referente a la recolección y tratamiento de los desechos sólidos, la razón es que las autoridades nunca se han preocupado por regular y normalizar este proceso. En Villa Nueva, una empresa privada es la encargada de recolectar los desechos sólidos, y las personas que

dispongan de transporte. Para prestar este servicio, actualmente se cuenta con 193 camiones inscritos. AMSA es la institución encargada de administrar el botadero; con esto podemos determinar que la municipalidad no cuenta con la capacidad para invertir en recursos para el manejo de los desechos sólidos.

2.6 Procesamiento que se le da a los desechos sólidos

Por parte de la municipalidad, los desechos sólidos no reciben ningún tratamiento, sino por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, que cuenta con programas de selección de materiales para reciclaje y reutilización.

El término biodegradable se ha puesto de moda últimamente y significa que una materia o producto con el paso del tiempo y bajo ciertos factores específicos (luz, agua, calor, etc.) se descompone por el trabajo que realizan los microorganismos, virus, bacterias, hongos, etc.

Todo material se considera biodegradable, pero algunos tardan hasta siglos en descomponerse, en condiciones óptimas de descomposición (biodegradación), es decir, presencia de aire, luz solar y humedad.

Tabla V. Tiempo de biodegradación de los desechos sólidos

PRODUCTO	TIEMPO
Desechos orgánicos vegetales	3 a 4 semanas
Una hoja de papel bond	3 a 8 semanas
Materia de algodón lino (no sintético)	1 a 5 semanas
Mecate	3 a 14 semanas
Un media de lana (calcetín)	1 año
Papel celofán	1 a 2 años
Bambú	1 a 3 años
Un zapato de cuero sintético	3 a 5 años
Un envase de lata	10 a 100 años
Estaca de madera	12 a 15 años
Envase de aluminio	350 a 500 años
Material de plástico	500 años
Cerámica, vidrio, loza, vinil, tetrabrik, tetrapak	Indefinido

Como se puede ver, lo importante es que los materiales o productos que se consumen sean degradables en el corto plazo con el objeto de proteger el medio ambiente. En Guatemala, ya existen industrias que trabajan con productos biodegradables. Corresponde a la población preocuparse por consumir en la medida de lo posible productos que se degraden rápidamente en el ambiente.

2.7 Disposición final que se le da a los desechos sólidos

La basura recolectada por el ente autorizado en Villa Nueva es llevada al botadero (relleno sanitario), que tiene las siguientes características:

Volumen del relleno sanitario	2,200,000 m ³
Área	290,000 m ² (29 hectáreas)
Altura promedio	45 m
Ubicación	Km 22 carretera al Pacífico, jurisdicción de Villa Nueva
Fase de transformación	Botadero a cielo abierto antes de enero 1998 Botadero controlado de enero de 1998 a febrero de 2000 Relleno sanitario de desechos comunes Relleno de seguridad
Régimen pluviométrico	1,400 mm/año o 30 mm/hr
Temperatura promedio	20 grados centígrados
Cota mínima	1,350 msnm
Cota máxima	1,430 msnm (bando de tierra 1,450 msnm)
Camionadas diarias	89
Número de camiones	193 camiones
Cantidad de peso de residuos	300 t./día
Tasa de crecimiento poblacional	9.2%
Grado de humedad de residuos	75% aproximadamente
Población beneficiada	1,600,000 habitantes (55 a 65%)
Municipios que atiende	Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa, Amatitlán
Geología	Capas de material poroso volcánico y talpetate

El resto de desechos sólidos, que no son recolectados por la municipalidad o por los servicios privados de recolección, encuentran su destino final en los terrenos baldíos, barrancos, calles, etc.

2.8 El papel de la municipalidad

Actualmente existe un esfuerzo por parte de la Sección de Servicios Públicos de la municipalidad, encaminado a empezar a resolver la problemática ambiental que se vive en el municipio. Las campañas de limpieza que se han llevado a cabo no han funcionado, debido a que lamentablemente en nuestra cultura no se tienen principios

sobre el tratamiento de los desechos sólidos. Algunas de las actividades que se realizan durante las campañas de limpieza consisten en la recolección de basura en las calles, pintando aceras, árboles, postes, arriates. El problema que presentan las campañas de limpieza es que carecen de seguimiento y, al quedarse en el olvido, nunca podrán verse los frutos de la inversión.

Por otro lado se espera que la municipalidad tome la decisión de lanzar campañas fuertes, con mayor promoción y capacidad de concientización de la población, encaminadas sobre todo a mantener limpia la ciudad; aunque resulte difícil debido a la indiferencia e insuficiencia del personal de la alcaldía y las insuficiencias presupuestarias.

La ciudad de Villa Nueva actualmente se encuentra en una situación caótica. Se observan calles, avenidas, terrenos baldíos y barrancos con acumulación de desechos sólidos; además, una población carente de cultura y conciencia ecológica ante el problema y con una actitud indiferente y desinteresada en la búsqueda y aplicación de soluciones. De esa situación son en parte responsables la municipalidad y el gobierno, por no tomar las medidas adecuadas al respecto.

2.9 Aspectos educativos

La participación activa y correcta de la ciudadanía en la etapa de la generación de los desechos sólidos está ligada con la educación. Para generar menos desechos sólidos se necesita tener conciencia ecológica, así como el conocimiento de cómo y para qué hacerlo.

Los programas educativos del Ministerio de Educación, hasta la fecha, no han alcanzado mayores logros al respecto, ya que el sistema educativo no ha hecho más que adaptar al individuo al deterioro ambiental que actualmente se vive. Es necesario

analizar si el docente guatemalteco está capacitado para transmitir los conocimientos necesarios a los alumnos, a fin de lograr inculcar una conciencia ecológica en ellos.

En los últimos años, Guatemala ha vivido una crisis docente, en gran parte generada por la falta de preparación y capacitación de los mismos, la politización del sector docente y la falta de políticas acertadas del Ministerio de Educación. La implementación de nuevos programas de educación ambiental, donde se involucren los educadores y alumnos, sería la forma de empezar una transculturación en la formación de nuevos hábitos sobre el manejo y tratamiento de los desechos sólidos.

Si la calidad de los programas de educación ambiental es mala y el nivel de escolaridad es bajo, no se puede pretender que la población participe activa y correctamente en atacar el problema de la generación de desechos sólidos, ya que desconocen el por qué deberían hacerlo y los métodos y técnicas apropiadas para lograrlo.

Tabla VI. Identificación de factor de generación de desechos sólidos según institución

INSTITUCIÓN	FACTOR
Organización Panamericana de la Salud –OPS- Adoptado por SEGEPLAN-CONAMA en 1991	0.480 kg/hab/día
Experiencia de consultores, documento del consultor Wolfgang Gómez	0.500 kg/hab/día
Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC	0.540 kg/hab/día
Equipo Técnica Nacional – Internacional	0.700 kg/hab/día

FUENTE: Trabajo de consultoría de Ing. Roberto Cabezas

3. PROPUESTA DE REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

Existen leyes promulgadas donde el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación y mantenga el equilibrio ecológico. El Decreto 68 – 86 del Congreso de la República es una de estas leyes que regula el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. Las municipalidades se encuentran facultadas para la promoción y el desarrollo de programas de salud y saneamiento ambiental, con la finalidad de prevenir y combatir enfermedades. La contaminación del ambiente natural por los desechos sólidos es el resultado de descargas no controladas de residuos de materias no transformadas durante el proceso de producción y consumo, y la descarga de productos de composición variada provenientes de uso municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole.

La contaminación de los suelos por desechos sólidos es un problema de saneamiento ambiental que ha adquirido proporciones alarmantes en todo el municipio y que además puede poner en riesgo la salud y bienestar de los habitantes. Los desechos sólidos están considerados además como fuentes potenciales de contaminación de las aguas, del aire y de la estética natural de los paisajes.

El manejo de los desechos sólidos municipales es un servicio de carácter público, que tiene como propósito la recolección ordenada y sanitaria de los desechos sólidos, el transporte hacia los lugares destinados específicamente por la municipalidad y el tratamiento de dichos residuos de conformidad con las normas establecidas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la gestión de la municipalidad en la calidad de vida de los habitantes del municipio tiene como fin la prestación, administración, conservación y monitoreo de los servicios públicos que prevengan la contaminación por desechos sólidos, así como la coordinación con el sector privado y los habitantes del municipio para reducir la contaminación.

Para que pueda cumplirse con lo establecido, el Congreso de la República emitió la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la cual emite el presente reglamento para prevenir y controlar la contaminación ambiental por desechos sólidos.

3.1 Disposiciones generales

3.1.1. Ámbito de aplicación y competencia

Artículo 1: del objeto del reglamento: el presente reglamento tiene por objeto disponer las normas técnicas para el almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, acopio, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, para prevenir la contaminación. Cualquiera que sea la actividad o fuente de generación.

Artículo 2: de los principios y criterios básicos: todo vecino tiene derecho a recibir de las autoridades los servicios que le permitan la conservación y protección de la salud. A la vez tiene la obligación de no contaminar y de realizar acciones para mejorar el medio ambiente donde desarrollan sus actividades y acatar las disposiciones que con tal fin emitan las autoridades.

Artículo 3: ámbito de aplicación: el presente reglamento es de observancia general en todo el municipio de Villa Nueva. La municipalidad administrativa, operará y mantendrá los servicios de acuerdo con el presente reglamento, que tanto la población en general como funcionarios y trabajadores municipales deben observar y cumplir correctamente.

El alcalde velará por que dichos servicios se presten eficientemente, sin preferencias de ninguna naturaleza, y por que la recaudación de impuestos, tasas y multas derivadas del mismo se realice debidamente.

Artículo 4: de la competencia: la aplicación de este reglamento compete a la municipalidad de Villa Nueva por conducto del alcalde municipal.

Artículo 5: no se concederá cualquiera de los derechos contemplados en este reglamento a título gratuito.

3.1.2 De las definiciones y terminología

Para efectos de la aplicación del presente reglamento, se establecen las siguientes definiciones.

Aceite y grasa: sustancias químicas no miscibles en agua.

Almacenamiento: es la acción de retener temporalmente los desechos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

Aseo urbano: es la limpieza y mantenimiento de la ciudad libre de desechos sólidos, producidos por sus habitantes.

Basura: se entiende por basura todo desecho sólido o semisólido, putrescible o no, con excepción de excretas de origen humano. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales y de establecimientos hospitalarios, plazas de mercado, ferias populares, escombros,

incluyendo aquellos producidos por movimientos de tierra y actividades de construcción, entre otros.

Biodegradable: propiedad de toda materia de tipo orgánico. Para poder ser metabolizada por medios biológicos.

Botadero a campo abierto: cualquier instalación para desechos sólidos, o parte de ella, que no cumpla con las disposiciones de este reglamento o cree riesgos para la salud y seguridad humanas o para el ambiente general.

Centro de acopio: lugar en donde se reciben y compran los diferentes materiales que pueden ser reciclables.

Chatarra: todo vehículo de motor según definido en la legislación de tránsito vigente, remolque, transporte aéreo o marítimo entero o en partes, que no funcione y que haya sido abandonado. Constituyen chatarra además los fragmentos, piezas y partes de metal de un equipo o vehículo que se encuentren deterioradas.

Compost: materia resultante de la oxidación o biodegradación de los residuos orgánicos en un proceso controlado de oxigenación por volteo periódico.

Confinamiento controlado: obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de residuos peligrosos que garanticen su aislamiento.

Construcción: cualquier actividad que pueda incluir movimiento de terreno, demolición, remoción, disposición, excavación, operaciones de terminaciones de edificios predios, derechos de vías, estructuras públicas o privadas o propiedad similar.

Contaminación: la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen la flora y la fauna; la vida, la salud, y el bienestar humano; y constituyan una molestia o degraden la calidad del aire, agua, suelo o de otros bienes nacionales o particulares.

Contaminantes: deterioro, contagio, desequilibrio y toda otra alteración que afecte negativamente la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales y el equilibrio natural o el estado de bienestar de los seres vivos, así como la situación de los objetos inherentes. Es la presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora y la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

Control: conjunto de actividades efectuadas por la autoridad ambiental, tendientes a que el manejo de desechos sólidos sea realizado en forma técnica y para servicio de la comunidad.

Desecho sólido: cuerpo de forma y volumen constante, que presenta resistencia a la separación y que no sirve.

Desechos sólidos comunes: objetos y materiales descartados, provenientes de las actividades humanas durante el proceso de consumo, transformación y producción, y que no representan riesgo para la salud humana.

Desechos sólidos peligrosos: objetos y materiales descartados, provenientes de un proceso de distribución, transformación, producción o consumo y que por su característica física y química son un riesgo para la salud humana y la preservación del medio ambiente.

Desechos sólidos peligros hospitalarios: objetos materiales descartados, provenientes de la actividad realizada en el tratamiento preventivo o curativo y la investigación de enfermedades, y que por su característica física y química son un riesgo para la salud humana y la preservación del medio ambiente.

Disposición final: acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Escombros: desechos, brozas, cascote y materia removida de la capa vegetal del suelo que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería.

Estación de transferencia: lugar físico dotado de las instalaciones necesarias, técnicamente establecido, para almacenamiento, procesamiento o manejo de desechos sólidos, en el que se realiza el traslado de los desechos sólidos desde vehículos de recolección a los medios de transporte que los lleva a la disposición final.

Emergencia: cualquier situación o serie de situaciones que ponen en peligro real o inminente a cualquier persona requiriendo atención inmediata.

Generación: cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

Lixiviado: líquido contaminante que resulta de la precolación o drenado de un estrato de desecho sólido y que contiene materiales miscibles y solubles, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desecho.

Planta de selección: área en donde se separan los diferentes materiales que componen la basura para ser clasificados en orgánicos, reciclables y rechazados.

Planta recicladora: lugar en donde, por medio de un proceso industrial, los materiales de desecho seleccionados son transformados en nuevos productos.

Relleno sanitario: método de disposición final de desechos sólidos en el suelo, que consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más pequeño, cubrirlos diariamente con tierra u otro material de relleno, sobre una base previamente acondicionada e impermeabilizada, con drenajes para control de líquidos lixiviales y tubería para el control de gases.

Tratamiento: proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido de características diferentes.

Vía pública: áreas de las zonas urbanas destinadas para el tránsito peatonal o vehicular para la recreación. Se incluyen en esta definición las calles, avenidas, plazoletas, parques, jardines y alamedas.

Vector: cualquier animal, insecto o atropado presente que puede transmitir enfermedades infecciosas a seres humanos o a animales.

3.2 Servicios de desechos sólidos

3.2.1. Almacenamiento

Artículo 7: todas las industrias, residenciales, establecimientos públicos o privados y comercios, incluidos los instalados en los mercados del municipio y que son generadores de desechos sólidos comunes, deberán tener recipientes razonablemente resistentes a las inclemencias de tiempo, que no permitan la entrada de agua, a prueba de vectores, fáciles de lavar y de tamaño apropiado para depositar los desechos. Deben estar

preferentemente separados, así sean orgánicos e inorgánicos, y deberán permanecer dentro de la propiedad, de modo que se evite el derrame o depósito en cualquier calle, acera u otro sitio público o propiedad privada.

Artículo 8: todas las edificaciones para uso multifamiliar, institucional o comercial, y otras que la municipalidad determine, deberán tener un sistema de almacenamiento colectivo bajo techo, que sea compatible con el equipo de recolección. Deben estar contruidos de material duradero y resistente a la corrosión, equipados con tapas o puertas de buen ajuste, a prueba de agua y resistentes a las inclemencias de tiempo, de fácil carga y descarga y con la capacidad suficiente para captar los desechos que allí se generan.

Artículo 9: todos los hospitales nacionales y privados, así como sanatorios, centros de salud y otros que tengan áreas de aislamiento de enfermos infecto-contagiosos, quirófanos, sala de parto, servicio de hemodiálisis, laboratorios microbiológicos, laboratorios biológicos para la investigación o diagnóstico de enfermedades infecto-contagiosas, deberán ser equipados con sistemas de incineración que cumplan con los requisitos técnicos de construcción y funcionamiento establecidos en las normas vigentes, además de contar con los equipos de medición necesarios para el control operativo. Los residuos infecciosos deben ser colocados en bolsas rojas y trasladadas diariamente hacia el incinerador. Los residuos orgánicos deben ser colocados en recipientes herméticos y trasladados diariamente al incinerador para su incineración. Los residuos especiales y peligrosos, tales como radiactivos, químicos, farmacéuticos, inflamables, diluyentes, medicinas vencidas y otros peligrosos deberán ser dispuestos en confinamientos controlados, siguiendo las normas técnicas ambientales de diseño, construcción y manejo. Los residuos comunes provenientes de administración y limpieza general, residuos de la preparación de alimentos, embalajes y cenizas deben ser colocados en bolsas plásticas separadas según su característica y luego depositadas en

contenedores bajo techo para facilitar su acondicionamiento y permitir un fácil servicio de recolección municipal.

Artículo 10: las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos tóxicos y peligrosos, están obligadas a envasarlos y empacarlos de acuerdo con su estado físico, debidamente identificados con el nombre y sus características de peligrosidad, tomando en cuenta su incompatibilidad con otros. Deben estar en envases cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga, transporte y disposición final, no sufran ninguna pérdida o escape que pueda causar daño a los operarios y al medio ambiente en general.

Artículo 11: los comercios y ventas callejeras deberán contar con pequeños recipientes para captar la basura generada por los usuarios de dicho establecimiento y deberán mantener limpio los alrededores de su puesto.

Artículo 12: las áreas públicas deberán contar con recipientes contruidos de material duradero y resistente a la corrosión, acondicionados únicamente para la captación de los desechos sólidos peatonales y que sean de fácil carga y descarga.

Artículo 13: La municipalidad, para el manejo del servicio de desechos sólidos, podrá disponer de centros de compra y venta de materiales reciclables, que podrá operar directamente o dar en concesión. Dichos centros deberán estar techados, cerrados y acondicionados de acuerdo con el volumen que se maneje, de tal manera que la operación (carga y descarga) no se realice fuera de las instalaciones. No debe saturarse el lugar con materiales recuperados para facilitar su manejo y deberán mantener un estricto control de calidad para el manejo y almacenaje, de tal manera que se evite la proliferación de vectores, malos olores y un impacto visual negativo.

Artículo 14: las estaciones de servicio, los talleres automotrices y centros de servicio en general que generen desechos, como producto de reparaciones y servicios, deberán contar con envases adecuados para la disposición de los mismos. Darán a la municipalidad una descripción de las instalaciones y capacidad de almacenaje para aceite usado, filtros usados y grasas; y la capacidad de recolección de los tanques o recipientes individuales no puede ser menor que el volumen mensual de venta o servicios.

Artículo 15: todos los negocios que vendan, restauren, cambien o reparen neumáticos están obligados a tener dentro de su propiedad instalaciones adecuadas para el almacenaje de productos nuevos y usados, y no deben ser expuestos a la intemperie, para evitar la contaminación por vectores.

Artículo 16: toda empresa avícola o pecuaria que mantenga animales en confinamiento deberá poseer, operar y mantener un sistema para el manejo de los desechos fecales. Para operar dicho sistema, se deberá someter un plan de manejo de desperdicios fecales de animales para su aprobación previa por la municipalidad. Este plan de manejo de desperdicios fecales de animales se hará según las mejores prácticas agrícolas existentes y de modo que no se afecte la calidad del suelo, el aire, la fauna, la flora y la salud de los seres humanos.

Artículo 17: las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que con motivo de sus actividades generen residuos provenientes de beneficiar aves, ganado vacuno o porcino, deberán poseer plantas de tratamiento diseñadas y construidas de acuerdo con las normas ambientales vigentes, o un sistema de almacenamiento de los desechos en envases cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga, transporte y disposición final, no sufran ninguna pérdida o escape que pueda causar daño a los

operarios, al medio ambiente en general, al servicio de alcantarillado público, al suelo o cualquier otro cuerpo receptor no autorizado por la municipalidad

Artículo 18: todos los beneficios de café, húmedos y secos, las fincas o plantas de producción y procesamiento de hortalizas, o cualquier otra explotación agrícola deberá poseer, operar y mantener un sistema para el manejo de los desechos sólidos y líquidos que allí se generan, diseñado y construido de acuerdo con las normas ambientales vigentes y lo establecido en el reglamento. Para operar dichos sistemas se deberá mantener un estricto control en el manejo de los desechos de tal manera que se evite la contaminación de cualquier cuerpo de agua, el suelo, la flora, la fauna, el aire y la salud del ser humano.

Artículo 19: en la realización de eventos especiales y espectáculos públicos donde exista la posibilidad de que asistan cien personas o más, se deberá disponer de un sistema de almacenamiento y recolección de las basuras que allí se generen, para la cual la entidad organizadora deberá coordinar las acciones con la empresa encargada de prestar el servicio de recolección y transporte. La municipalidad no otorgará permiso alguno para la celebración de estas actividades, a menos que la entidad organizadora exponga por escrito en la solicitud del mismo el diseño del sistema de almacenamiento, recolección y transporte de las basuras que se generen en la actividad.

Artículo 20: todas las industrias comercios, constructoras o personas individuales que con motivo de sus actividades manejen, produzcan o comercien materiales para la construcción están obligadas a mantener tales productos dentro de su propiedad, comercio o área de construcción.

Artículo 21: los vehículos que se dediquen al transporte de personas deberán contar con recipientes o bolsas plásticas dentro del mismo y dentro sus terminales para depositar los desechos que allí se generen.

3.2.2. Recolección y transporte especial

Artículo 22: la municipalidad prestará el servicio de barrido de calles, parques y áreas públicas e instalará depósitos para la basura que desechan los peatones. Deben estar acondicionados de tal manera que permitan la captación de basura de pequeño volumen y que faciliten la descarga. Se puede si así los estima conveniente, otorgar el servicio en concesión o contratar empresas individuales o jurídicas para que lo presten.

Artículo 23: la municipalidad prestará el servicio de recolección y transporte de desechos sólidos comunes en residencias, industrias, comercios, mercados, áreas peatonales y centros de transferencia, pudiendo, si así lo estima conveniente, otorgar el servicio en concesión o contratar empresas individuales o jurídicas para que lo presten, y que llenen los requisitos y especificaciones expresadas en el presente reglamento, las bases de licitación y el contrato.

Artículo 24: todos los habitantes del municipio, que generen desechos sólidos comunes por sus actividades, están obligados a contratar el servicio de recolección y transporte. Deberán prestar los desechos sólidos para la recolección en las condiciones establecidas en el reglamento.

Artículo 25: los residuos voluminosos como chatarra, llantas usadas, colchones, muebles, etc., así como los provenientes de podas de árboles, jardinería, corte de grama, aserrín de procesiones o festejos, se consideran de manejo especial por lo que el servicio de recolección y transporte debe ser solicitado a la municipalidad, quien en coordinación con la empresa prestaria el servicio lo proporcionará y fijará la tasa de acuerdo con el volumen.

Artículo 26: en el caso de urbanizaciones, colonias, barrios o conglomerados con calles internas o cuyas condiciones impidan la circulación de los vehículos de recolección, así

como en situaciones de emergencia, los habitantes están en la obligación de trasladar las basuras y desechos sólidos hasta el sitio que se determine como de recolección por la municipalidad.

Artículo 27: los vehículos municipales, de las empresas concesionadas o contratadas, destinados para el transporte de desechos sólidos comunes deberán reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en el reglamento. Serán revisados y registrados en la municipalidad, quien otorgará una licencia de operación que tendrá vigencia de un año.

Artículo 28: la empresa o empresas autorizadas para la prestación del servicio de recolección y transporte de desechos sólidos comunes deberán reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en este reglamento. Serán revisadas y registradas en la municipalidad, quien otorgará una licencia de operación que tendrá vigencia de un año. La Municipalidad podrá revocar el permiso de operación en los casos siguientes:

- a. Si el vehículo no llena los requisitos técnicos especificados en este reglamento.
- b. Si se comprueba el acarreo de desechos patógenos, infecciosos, tóxicos o peligrosos.
- c. Si se comprueba la descarga de la basura en sitios no autorizados por la municipalidad.
- d. Si el vehículo autorizado es de palangana y se comprueba el acarreo de basura sin la debida cobertura.

Artículo 29: la empresa municipal, individual o jurídica que esté autorizada a prestar el servicio de recolección y transporte, será responsable y queda obligada a recolectar y transportar todos los desechos sólidos comunes que generen los usuarios que le asignen. Deberá obedecer a un programa que responda a las necesidades de limpieza y de la calidad del medio ambiente y que incluya, entre otros, los siguiente aspectos.

- a) Establecimiento de rutas y horarios para la recolección de basuras, que deberán darse a conocer a los usuarios mediante difusión por todos los medios de comunicación.
- b) Adiestramiento del personal comprometido en las actividades de manejo de basuras en lo que respecta a prestación del servicio de desecho sólido y a las medidas de seguridad que deban observar.
- c) Actividades por desarrollar en eventos de fallas ocurridas por cualquier circunstancia que impida la prestación del servicio.
- d) Mecanismos de información y educación de los usuarios del servicio acerca de la entrega o prestación de las basuras en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta prestación del servicio.
- e) Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de desechos sólidos.

Artículo 30: la empresa municipal, individual o jurídica, que preste el servicio de recolección y transporte, está obligada a proporcionar a las personas que trabajan en las unidades de transporte, equipo sanitario adecuado para su prestación y protección.

Artículo 31: los vehículos que sean utilizados para prestación del servicio de recolección y transporte de basura deberán llenar los siguientes requisitos.

- a) Tipo camión.
- b) Capacidad mínima de carga: siete toneladas.
- c) En perfecto estado de funcionamiento general.
- d) Con las autorizaciones legales correspondientes.
- e) Llevar en ambas portezuelas la identificación de la empresa.
- f) La carrocería deberá ser preferiblemente cerrada, de aluminio o provista y revestida interiormente con lámina de metal, con sus correspondientes puertas de acceso en perfecto estado, o palangana de volteo.
- g) La cabina, equipo de compactación, furgón o carrocería deberán estar pintados de color que la municipalidad defina y deben llevar visible en la parte lateral de la caja palangana, el número de autorización municipal.
- h) Se requiere preferentemente que los vehículos estén dotados de sistemas de eyección automática o volteo para una descarga rápida.
- i) Un programa establecido de mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio.

Artículo 32: los vehículos que transporten desechos sólidos deberán mantener durante su desplazamiento la puerta cerrada del furgón, carrocería o contenedor o cubrilos con lona. No deberán ser sobrecargados para evitar derramamientos durante su traslado.

Artículo 33: el transporte de desechos sólidos provenientes del barrido de las calles, limpieza de aceras, atrios de iglesias, plazas y mercados, podrá ser efectuado por la municipalidad o en coordinación con la empresa privada contratada.

Artículo 34: la recolección y el transporte de los desechos sólidos provenientes de la construcción será responsabilidad del constructor o empresa constructora y deberán ser trasladados al lugar de disposición que para el efecto destine la municipalidad.

Artículo 35: los residuos voluminosos, como chatarra, llantas usadas, colchones, muebles, etc., así como los provenientes de podas de árboles, jardinería, corte de grama, aserrín de precesiones o festejos, se consideran de manejo especial por lo que el servicio de recolección y transporte debe ser solicitado a la municipalidad que en coordinación con la empresa prestataria del servicio lo proporcionará y fijará la tasa de acuerdo con el volumen.

Artículo 36: los desechos fecales de empresas avícolas o pecuarias que mantenga animales en confinamiento y los desechos provenientes de beneficiar aves, ganado vacuno o porcino, son considerados especiales y peligrosos por lo que el servicio de recolección y transporte debe obedecer a un sistema y programa autorizado y coordinado por la municipalidad, quien determinará el tipo y cantidad de vehículos destinados exclusivamente para este fin, así como también fijará la tarifa por el servicio, de acuerdo con la frecuencia y volumen.

Artículo 37: el traslado de desechos peligrosos y tóxicos hacia rellenos sanitarios confinados o desechos hospitalarios peligrosos hacia plantas de incineración deberá efectuarse en vehículos con contenedor o derrame durante su traslado.

Artículo 38: todos los vehículos que transiten dentro de la jurisdicción de Villa Nueva y que transporten materiales para la construcción tales como piedrín, arenas, material

selecto y otros de composiciones similares, producto de la fabricación o explotaciones locales vecinas, deberán tapar con lona y no sobrecargar los vehículos para evitar durante el traslado, su dispersión o derrame, que puedan causar daño a la vía pública, a las personas y al medio ambiente en general.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

La recolección de los residuos sólidos constituye alrededor del 80% del costo total de la solución al problema de la basura. En la implementación de un sistema óptimo integral, el método de recolección es el indicador más representativo del nivel de servicio que se preste a la población. Por esta razón se debe poner especial atención en esta etapa.

La educación es un factor determinante para el buen funcionamiento de un sistema, por lo que el método de recolección propuesto está basado en una educación previa a la población, que consiste en un programa de concientización que comunique el nuevo concepto de basura los productos aprovechables para ser transformados como materia prima y otros productos simplemente utilizables.

4.1. Método de recolección de desechos sólidos comunes

Para que un sistema de manejo de desechos sólidos sea eficiente, es necesario mantener una estrecha relación entre el método de recolección, transporte y disposición final, así como también, del equipo que se va a utilizar.

El método de recolección propuesto dependerá tanto del nivel de servicio por satisfacer, como de la participación del usuario. Los métodos posibles que se aplicarán pueden ser los descritos a continuación.

a. Métodos de esquina o de parada fija

Este método consiste en que los usuarios llevan la basura en sus recipientes hasta el lugar donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Cada usuario

entrega su recipiente al operador para que éste lo vacíe dentro del camión. Este método es considerado como el método más económico.

b. Método de acera

Este consiste en que los usuarios colocan los recipientes o bolsas de basura sobre las aceras de las calles por donde pasa el camión. Los operarios son los encargados de recoger los recipientes y vaciarlos dentro del camión.

Este método presenta la desventaja de que si no se cuenta con un sistema de recolección eficiente, las bolsas de basura o recipientes pueden ser acumulados en lugares no apropiados, generando focos de enfermedades, o bien que animales domésticos dispersen la basura en busca de alimentos.

c. Método de llevar y traer

Este método es similar al anterior, con la diferencia de que los operarios entran a las casas de los usuarios a traer los recipientes, los trasladan hasta el camión para vaciarlos y luego los regresan hasta el lugar de origen.

d. Métodos de contenedores

En este método, la basura es llevada por los usuarios y depositada dentro de los contenedores cada cierto tiempo, el cual dependerá del volumen de generación individual. Posteriormente, el vehículo recolector debe detenerse en donde están ubicados los contenedores y recolectar los desechos vaciando los contenedores en forma manual (por medio de operarios), o bien, con el equipo mecánico que forma parte del diseño del camión. Luego, deja el contenedor en el mismo lugar hasta la próxima recolección.

e. Método de llevar los desechos al punto de disposición final

Este método consiste en que la población o los usuarios llevan los desechos generados en sus viviendas hasta el punto de disposición final que para el caso de desechos reciclables pueden ser la empresa que se encarga de su tratamiento (planta recicladora de aluminio, de papel, etc.).

f. Método de recolección por intermediarios

Este método sólo es aplicable para productos reciclables y reutilizables y consiste en que personas del mercado informal llegan a las viviendas y compran materiales reciclables y reutilizables. Luego, lo llevan a las empresas recicladoras para venderlos y utilizarlos como fuente de ingresos.

g. Método de centros de acopio

Se asignan lugares específicos de compra-venta para productos reciclables y reutilizables donde llegan a ser almacenados para luego ser comprados y transportados a las empresas que los transformarán en productos útiles a la sociedad. Este método puede ser considerado como el más adecuado para la recolección de materiales aprovechables, ya que se cuenta con un mayor control del sistema de recolección.

Una vez que se han descrito los métodos de recolección, es necesario aclarar que se parte del hecho que la basura está separada en dos rubros, por lo que el sistema global de recolección será subdividido en dos etapas principales:

- a. Recolección de los desechos reciclables y reutilizables.
- b. Recolección de los desechos orgánicos y los no utilizables/reciclables.

Para esto se determinará qué método es el más indicado para cada tipo de basura tomando en cuenta factores determinantes (equipo, centros de acopio, etc.). Se obtendrá así un sistema de recolección que satisfaga las necesidades de la población.

4.2. Método de recolección para los desechos reciclables y reutilizables

Definidos los siete métodos de recolección posibles, se ha analizado cada uno de ellos para determinar el método más adecuado para la recolección de desechos reciclables y reutilizables. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- a. El método de acera no es recomendable ya que los costos de operación resultarían muy altos, pues se tendría que pagar para recolectar y transportar estos desechos ya sea a un centro de transbordo o a las fábricas recicladoras.
- b. El método de esquina o parada fija tampoco es recomendable, ya que aunque no se tienen costos de recolección de las viviendas al camión, existe el costo de llevarlo de la esquina hacia el centro de transbordo o hacia las fábricas recicladoras.
- c. El método intradomiciliario o de llevar y traer no es aplicable por las mismas razones que el de acera; además, no se recomienda aplicar en Villa Nueva por la situación que atraviesa el país (alto índice de delincuencia), por lo que la población no está dispuesta a dejar entrar a cualquier persona a su casa. También se debe considerar que la mayoría de los pobladores de este municipio son de clase media baja, por lo que, en general, son personas que tienen empleos cuyos horarios no les permite permanecer mucho tiempo en sus hogares.

- d. Con respecto al método de contenedores, se puede decir que el volumen de desechos generados de este tipo son pequeños, comparado con los generados por otros tipos de desechos, por lo que estaría subutilizado este equipo, teniendo que cubrir otras necesidades.
- e. El método de llevar los desechos al punto de disposición final cuenta con la participación de la población, pero el acceso a los puntos de disposición final resulta difícil para la población, ya que algunas de las fábricas recicladoras no se encuentran dentro de la zona de estudio (Villa Nueva), lo cual dificulta la efectividad de la aplicación de un método integral de recolección y tratamiento de desechos.
- f. El método de intermediarios ha sido utilizado en Guatemala para la recuperación de desechos reciclables y reutilizables a lo largo y ancho de todo del país, pero en la actualidad posee la misma limitante que el método intradomiciliario, ya que los intermediarios visitan las viviendas para comprar los productos, lo que representa una desventaja para la recolección, porque como ya se dijo anteriormente, la situación delincuencial que sufre el país no es apta para la aplicación de este método.

Una vez analizados cada uno de los métodos, se ha decidido utilizar el método de centros de acopio para los desechos reciclables y reutilizables, como latas, vidrios, plásticos, papel y cartón, con lo que se pretende cumplir los siguientes objetivos.

- a.** Formalizar el mercado de productos reutilizables.
- b.** Determinar lugares específicos de compra-venta de productos reutilizables

- c. Fomentar la cultura de reciclaje entre la población al participar directamente en el plan integral de recolección de desechos sólidos.
- d. Mejorar la eficiencia en los tiempos de recolección.
- e. Disminuir el costo en la recolección, ya que la comunidad misma lo realiza. Así se disminuiría el costo de transportar hacia el punto de disposición final, ya que serían las empresas recicladoras las encargadas de recolectar en los centros de acopio.

Como ya se ha dicho anteriormente, desecho sólido es un término relativo. En países como Japón no se le llama así, sino materia prima, debido a que un buen porcentaje de ella puede ser reciclada o reutilizada a través de un tratamiento adecuado de cada uno de sus distintos componentes. Pero para ello hay que tener una conciencia colectiva de reciclaje. Es importante que la población guatemalteca se una al esfuerzo de reciclar cada día más y más cantidades de papel, aluminio, plástico y vidrio, ya que de otra forma terminarán en el fondo de un relleno sanitario, o se quemarán y destruirán aun más, la ya deteriorada capa de ozono y aumentarán la contaminación ambiental. Al unirse a este esfuerzo, colaborarán en contrarrestar tales efectos, lo que se puede lograr a través de la educación en las familias, colegios, medios de comunicación y grupos de apoyo al medio ambiente. Es decir que la comunidad en general debe ser parte del plan integral de solución al problema de la basura.

Según la tabla IV, los porcentajes que ocupan los materiales recuperables de la basura son el papel y cartón el 15%, plástico el 6%, vidrio el 2% y metales 5%. Si sumamos tenemos el 28% del total de la basura, es decir que de las 165 t./día que se generan en Villa Nueva, 46.2 t./día pueden ser utilizadas o recicladas. Vale la pena preguntarse cuántos recursos naturales se están desechando diariamente y cuántos se estarían ahorrando si se utilizaran todos estos productos de una manera adecuada.

Guatemala tiene uno de los niveles de degradación ambiental más altos del continente americano, situación alarmante a la cual hay que buscarle solución para disminuir los índices de contaminación y degradación de los suelos. Productos como el plástico, vidrio y latas tardarán cientos de años en ser degradados, si es que se puede lograr, y absorben una gran cantidad de materia prima y energía para su elaboración. Por ello no se deben desechar a un vertedero o a una planta incineradora, cuando se pueden utilizar como materia prima para la elaboración de otro producto.

El papel es en gran proporción reciclable; si se lograra un programa de reciclaje completo, se detendría la tala indiscriminada de árboles para su elaboración, pues por cada tonelada de papel reciclado se evita la destrucción de un promedio de diecisiete árboles. Además de ahorrar basura, se evitaría el daño al ecosistema, se generaría empleo y se ahorrarían divisas.

En Guatemala no existe una cultura sobre protección del medio ambiente y la educación sobre ello es muy escasa. Por eso se hace necesario pensar la forma de participar a la población en la solución de un problema tan serio. No afecta ni es responsabilidad solo del gobierno sino de todos los ciudadanos. Es por ello que, como parte integral del reciclaje, productos como papel, cartón, vidrio, latas y plásticos deben ser llevados a centros de acopio ubicados en las escuelas, en donde estos materiales serán almacenados y posteriormente recolectados por empresas recicladoras.

Para la ubicación de estos centros de acopio, se han seleccionado las escuelas. Estos centros no deben ser muy grandes, ya que las áreas en dichas instituciones son limitadas. Se eligieron instituciones educativas debido a que Villa Nueva es un municipio con alta densidad poblacional, que posee un promedio de cuatro o cinco personas por vivienda y una población comprendida entre los seis y catorce años que corresponde al 40.15% del total de la población. Por eso es posible asegurar que la

mayoría de los hogares tienen por lo menos un miembro de la familia en edad escolar. Para aquéllas que no lo tienen, hay una cantidad considerable de escuelas o de instituciones educativas (aproximadamente 41), algunas de las cuales están ubicadas en sectores estratégicos como el centro de la ciudad y las entradas de las colonias, lo que permite un fácil acceso para la población.

Este método de recolección pretende contribuir a la obtención de fondos tanto para las instituciones que colaboren con este nuevo sistema de recolección de desechos del área de Villa Nueva, como para la población. Esto contribuirá así a fomentar la cultura de reciclaje. Para esto se sugiere crear un proyecto que forme parte del plan de estudio del área de salud y medio ambiente del Ministerio de Educación, dirigido a la población infantil y adolescente, con el propósito de crear una conciencia ecológica a través del mejoramiento de dicho plan.

Una forma de fomentar la cultura de reciclaje es a través del beneficio económico, para lo cual se propone la compra y venta del producto reutilizable.

El proceso que se debe seguir es el siguiente: las familias llevan papel, cartón, vidrios, plásticos y latas separados hasta centros de acopio pre-determinados donde recibirán cierta remuneración de acuerdo con la cantidad de productos que lleven. En este lugar serán almacenados para luego ser transportados hacia las empresas recicladoras que prestan el servicio a domicilio. En este proceso, la escuela obtendrá ciertos ingresos que pueden contribuir al mantenimiento de la misma, lo que podría incentivar a la población a colaborar conjuntamente en la solución del problema de los desechos sólidos.

Al ser materiales no putrescibles se puede acondicionar una pequeña bodega en cada centro de acopio seleccionado para su almacenamiento. Las dimensiones de cada

bodega serán 3.60 m x 3.50 m, y tendrán capacidad de almacenaje para dos días, equivalente a 2,613.13 lb/día.

Para la distribución del centro de acopio se han tomado en cuenta las cantidades de basura reciclables generadas diariamente en Villa Nueva.

Tabla VII. Cantidad de desechos reciclables generados

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GENERADA POR DÍA
Papel y cartón	2.4 ton/día (22,500 kg/día)
Plástico	1.0 ton/día (9,000 kg/día)
Vidrio	1.0 ton/día (3,000 kg/día)
Latas	1.5 ton/día (3,000 kg/día)

FUENTE: Cálculos realizados por el autor.

Serán 41 escuelas las que cuenten con centros de acopio. La cantidad de desechos por escuela es:

Tabla VIII. Cantidad de desechos por escuela

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GENERADA POR DÍA
Papel y cartón	0.75 ton/día (22,500 kg/día)
Plástico	0.5 ton/día (9,000 kg/día)
Vidrio	0.75 ton/día (3,000 kg/día)
Latas	0.25 ton/día (3,000 kg/día)

Se tienen 41.25 ton/día de materiales recuperables y/o reutilizables. El total de viviendas habitadas en Villa Nueva es de 47,212 unidades y la cantidad de desechos por casa es de 1.74 lb/vivienda al día. Es decir que un centro de acopio, con dimensiones de 3.6 X 3.5 m con capacidad de 2,613.13 lbs., dará abasto para el almacenamiento de dos días de 1,253 viviendas.

Para facilidad y ordenamiento de la recolección de desechos, se tomarán en cuenta las trece zonas de Villa Nueva. Esto significa que en cada una de las 41 escuelas habrá por lo menos un centro de acopio.

El papel y cartón serán almacenados en bloques de 0.35 m X 0.35 m X 0.33 m, que tendrán un peso aproximado de 33 lbs. Estos desechos serán ordenados: las cajas serán dobladas para aprovechar al máximo el espacio. La cantidad de papel y cartón generados diariamente es de 1207.32 lb/escuela, los cuales serán almacenados en 37 bloques.

El plástico, lata y vidrio serán almacenados en cajas con las siguientes dimensiones 0.45 m X 0.35 m X 0.33 m de alto. Al llenar una caja de éstas con plástico pesará 36 lbs., lo que indica que se necesitan 14 cajas al día para almacenar estos residuos. Una caja llena de vidrio pesa 10 lbs., por lo que se necesitarán 16 cajas. Una caja llena de latas pesará 15.5 lbs., luego se necesitaran 11 cajas.

Las latas serán comprimidas manualmente para disminuir su volumen y poder así maximizar la capacidad de las cajas. El total de cajas necesarias será de 49 cajas al día.

En un estante, de 0.92 m X 0.46 = 2.00 m de altura, caben doce cajas de 0.45 m X 0.35 m X 0.33 m de altura. Para un almacenaje de dos días se necesitan ocho estantes, que estarán distribuidos como se muestra en la figura dos.

El equipo necesario para el funcionamiento de un centro de acopio es:

- a) Báscula con capacidad hasta 500 kg.
- b) Un escritorio o mostrador.
- c) Material de apoyo: escoba, escalera de tres pies, carrete de lazo.
- d) Material de oficina: papel, lapicero, lápiz.
- e) Estantería para el almacenaje.
- f) Los encargados del centro serán alumnos designados de acuerdo con el programa de educación ambiental, preferentemente de niveles superiores, quienes estarán supervisados por el maestro encargado de la materia Salud y Seguridad.

Figura 2. Diseño de bodega de centro de acopio

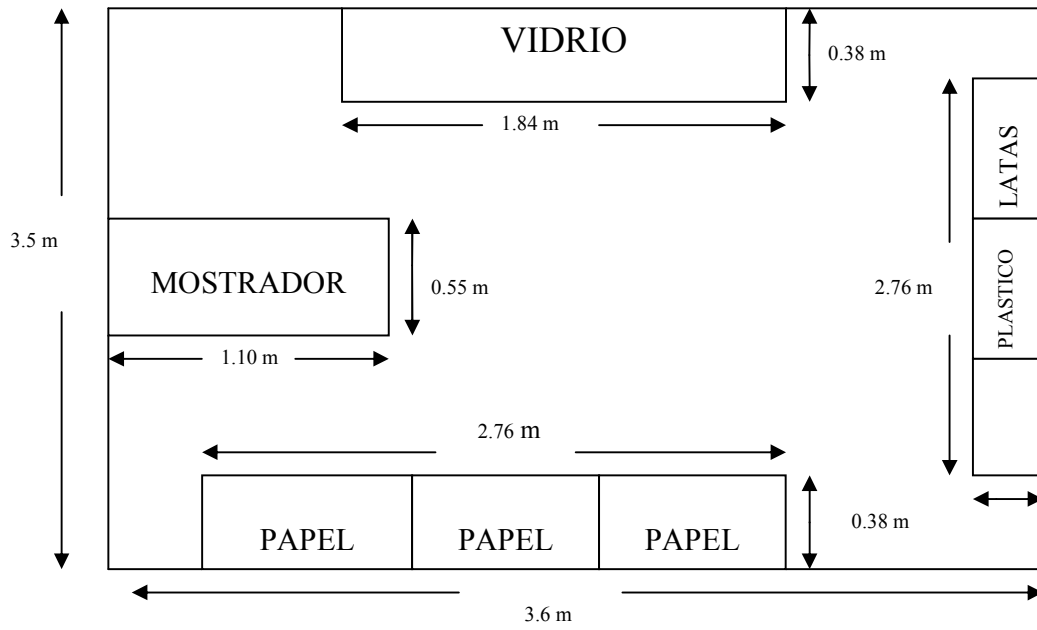
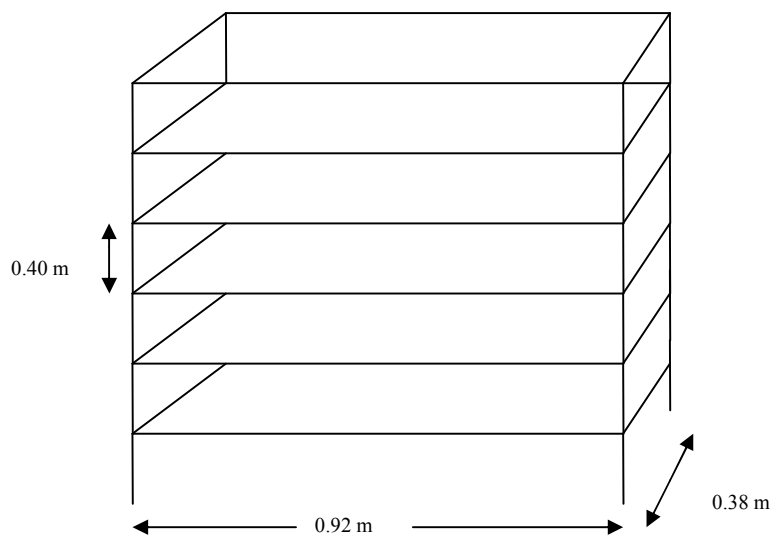


Figura 3. Diseño de estantes para productos reciclables



4.3. Método de recolección de desechos orgánicos

Se ha hecho un análisis cualitativo de los métodos descritos para la selección del método de recolección de desechos orgánicos propuesto. Los resultados son los siguientes:

El método de parada fija no puede ser aplicable para la zona de estudio, aunque se considere como el más económico, por las siguientes razones:

- a. La infraestructura al área de Villa Nueva no es adecuada para este sistema, ya que en pequeñas áreas están ubicadas un número considerable de viviendas, lo que dificultaría el acceso hacia el camión recolector.
- b. Los habitantes en su mayoría son empleados con horarios fijos de trabajo, por lo que se tendría que asignar un horario de recolección que no afectara a los habitantes, lo cual aumentaría los costos de operación (equipo y mano de obra),

El método de acera no es eficiente en cuanto al servicio que se presta, por lo que resultaría inconveniente aplicarlo si se pretende buscar una solución diferente y eficiente al problema del manejo de los desechos sólidos.

El método de llevar y traer no es recomendable en Villa Nueva, ya que por la situación que atraviesa el país (principalmente el alto índice de delincuencia), la población no estaría dispuesta a dejar entrar a cualquier persona a su casa. Además, se tiene que la mayoría de los pobladores de este municipio son de clase media baja, por lo que, en general, son personas que tienen empleos cuyo horario no les permite permanecer mucho tiempo en sus casas.

El método de llevar los desechos hasta el punto de disposición final, el de intermediarios y el de centros de acopio no son aplicables para los orgánicos, por lo impráctico y antihigiénico que resultaría que cada individuo transportara por sus propios recursos la basura que se genera en su vivienda; además, porque estos métodos son para productos que no se descomponen con el tiempo.

Por estas razones se ha definido que el método más adecuado para la recolección de desechos orgánicos y no reutilizables es el de contenedores, ya que está diseñado para la recolección en centros de gran generación o difícil acceso (como el caso de las colonias que están dentro del municipio de Villa Nueva).

Con la aplicación de este sistema de recolección se pretende:

- a. Mejorar la eficiencia del sistema (en tiempos y servicio)
- b. Disminuir costos de recolección
- c. Aprovechar los recursos
- d. Evitar focos de enfermedades
- e. Evitar dispersión de basura

Una ventaja que presenta este método es que la utilización del recurso humano disminuye, requiriéndose únicamente del piloto del camión y uno de o dos operarios que recojan restos de desechos que no fueron depositados en el contenedor y que realicen la limpieza del mismo.

El equipo con que se trabajaría el proceso de recolección sería:

1. Vehículos recolectores con mecanismo elevador de contenedores.
2. Contenedores.
3. Palas, carretillas y otros equipos auxiliares.

Para realizar un mejor análisis del método por utilizar, se ha considerado necesario hacer una descripción del funcionamiento de cada uno de los equipos que se utilizará.

1. Camiones recolectores

Los camiones recolectores por utilizar, como ya se dijo anteriormente, son de tipo compactador, con mecanismo para el uso de contenedores. El camión recolector es del tipo compactador de carga trasera, con una capacidad promedio de siete toneladas con equipo especial para carga de contenedores.

La ventaja de este camión es que se requiere de menos personal, con lo que se puede mejorar la eficiencia del sistema.

Sin embargo, la principal desventaja es que los camiones han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales de países desarrollados, por lo que en las condiciones en que se realiza la recolección no son apropiadas para países como Guatemala. Además las áreas de maniobra son muy pequeñas comparadas con la de algunos países desarrollados.

2. Contenedores

Para el almacenamiento de los desechos orgánicos y los desechos no reutilizables producidos por la población del municipio de Villa Nueva antes de ser recolectados, se utilizarán contenedores que pueden ser manipulados por los camiones recolectores. Se recomienda que los contenedores tengan una capacidad no mayor de 2m³. Estos contenedores pueden ser fijos o móviles.

Para el diseño y selección del tipo de contenedores, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a. Material resistente
- b. Que puedan ser adaptados al mecanismo del vehículo recolector
- c. Que tengan un mecanismo de movilización (ruedas o llantas)
- d. El volumen debe ser tal que cubra un número considerable de viviendas
- e. El tamaño del contenedor debe ser tal que se puedan ubicar en lugares accesibles tanto para la población como para el camión recolector.

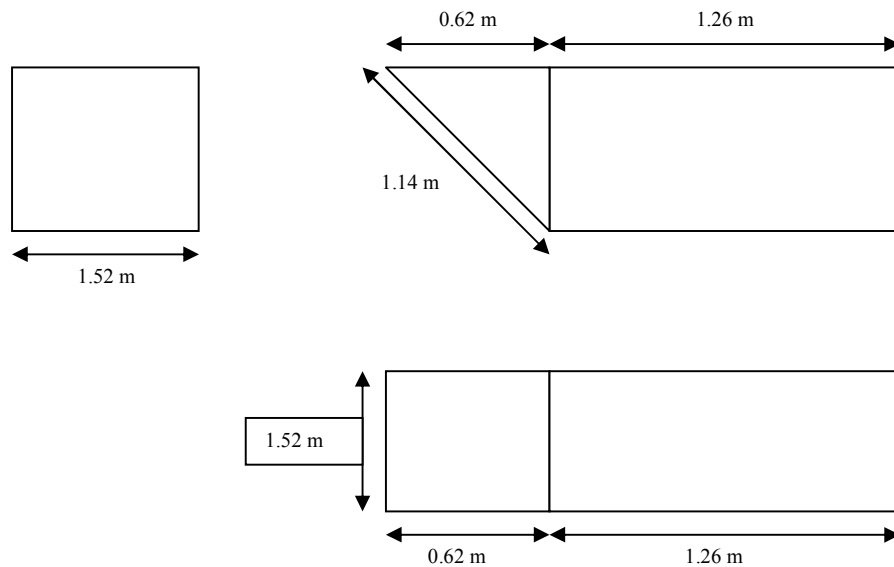
Los contenedores serán construidos de material metálico resistente a la corrosión que tenga drenaje de fondo e idealmente deberán tener sistema para cerrarse.

Los contenedores que se deberán utilizar para el municipio de Villa Nueva, tendrán las siguientes medidas:

Con estas medidas se pueden obtener el área y el volumen del contenedor (capacidad), lo cual servirá para la determinación del espacio requerido y el número de viviendas que cubre un contenedor. El área total es de $A = 2.86 \text{ m}^2$ y el volumen, $V = 2.38 \text{ m}^3$.

Teniendo este dato, se puede obtener el número de casas que cubre un contenedor, de la siguiente manera:

Figura 5. Dimensiones de los contenedores



- El volumen aproximado de desechos orgánicos y no reutilizables que se genera diariamente en una vivienda de Villa Nueva es de un peso de aproximadamente de 3.14 kg/vivienda, lo cual se puede almacenar en una bolsa plástica de 16.5" X 15".
- El experimento consistió en lo siguiente: se llenó una bolsa de estas medidas con un número determinado de litros de agua tomándose en cuenta las características físicas de los desechos orgánicos y los no reutilizables, y se obtuvo un volumen de diez litros aproximadamente, lo que equivale a 0.01 m³/vivienda.
- Posteriormente se hizo la relación entre volumen total del contenedor y el volumen por vivienda para obtener el número de viviendas que cubre un contenedor:

$$\text{No. vivienda / contenedor} = \frac{V \text{ del contenedor}}{V \text{ de vivienda}} = \frac{2.38 \text{ m}^3}{0.01 \text{ m}^3} = 238 \text{ viviendas / cont.}$$

El dato servirá de base para conocer cuántos contenedores se necesitarán para cubrir toda el área de Villa Nueva, lo cual está sujeto a la frecuencia de recolección.

Para la determinación del número de contenedores necesarios para cubrir toda el área de Villa Nueva, se tomó como base la generación diaria. La frecuencia de recolección será de todos los días. Teniéndose como dato importante que el total de viviendas habitadas en el municipio Villa Nueva es de 47,212, se requiere de un total de 198 contenedores.

Se deben establecer rutas tomando en cuenta las calles y avenidas importantes y las de menos tráfico en el municipio. Además, estas calles y avenidas servirán de límites entre una ruta y otra para realizar la recolección de forma ordenada, así no se juntarían dos camiones en el mismo lugar. Corresponde a la municipalidad designar las rutas apropiadas, ya que varios de los contenedores podrían estar situados en terrenos baldíos de propiedad de la municipalidad.

Estos contenedores deberán ser distribuidos en toda la ciudad de Villa Nueva, tomando la densidad poblacional de cada zona; obviamente será mayor el número de contenedores en las zonas cercanas al centro de la ciudad.

La distribución podría realizarse a través de la ubicación en un mapa, lo que dependerá de las condiciones físicas del lugar.

La frecuencia de recolección será de todos los días, que es la mínima para no aumentar el número de contenedores, lo que implicaría un aumento en los costos. Por

ejemplo, si la frecuencia de recolección fuera de tres veces por semana, se acumularía la basura generada en dos días, por lo que se requeriría de un contenedor adicional por cada 238 viviendas, es decir que se necesitaría de aproximadamente 396 contenedores, y por lo tanto, de mayor número de camiones o con mayor capacidad, y de más espacio para ubicar los contenedores.

Sin embargo, podría disminuirse la frecuencia de recolección sin aumentar el número de contenedores si se tienen dos opciones:

- a. Aumentar la capacidad el contenedor.
- b. Diseñar un sistema de horarios de recolección para cada zona donde esté ubicado un contenedor.

Esta alternativa se considera impráctica, en primer lugar, porque los contenedores han sido diseñados para ser manejados por los camiones recolectores, por lo que aumentar la capacidad del contenedor dificultaría su manejo y utilización.

En segundo lugar, porque se requiere de un plan muy fuerte de concientización y educación para que las personas depositen su basura a la hora fijada y sería muy difícil llevar un control total del área de Villa Nueva.

Dentro de la ubicación física del contenedor se deben tomar en cuenta ciertos aspectos, tales como:

- a. Área de contenedor
- b. Área de recolección o maniobra
- c. Área de terreno disponible
- d. Lugar accesible para los habitantes y para el camión

Para la determinación del área requerida, se ha tomado en cuenta el área del contenedor y de maniobra del camión, obteniéndose lo siguiente:

$$A_T = A_c C + A_M = 2.86 C m^2 + 77.94 m^2$$

Donde:

A_T = Área total

A_c = Área del contenedor

C = Número de contenedores

A_M = Área de maniobra

En investigaciones de campo se ha encontrado que las zonas para la mejor ubicación de los contenedores son las esquinas de los parqueos, terrenos baldíos o áreas libres con calles principales aledañas, ya que la mayoría de colonias del municipio de Villa Nueva poseen parqueos o espacios libres con calles principales.

Es importante, además, que se tome en cuenta que deberán existir tuberías de drenaje cerca de donde se ubique el contenedor para evitar la acumulación de líquidos producidos por los desechos orgánicos con olor desagradable.

Para la correcta operación de los contenedores se presentan a continuación algunas recomendaciones tanto para las colonias actuales como para futuras construcciones tomando en cuenta siempre, que sean del mismo tipo de las existentes en Villa Nueva.

- a. Se deberá dar limpieza y mantenimiento a los contenedores para evitar focos de infección, olores y otras molestias, así como también para alargar la vida del contenedor. Esta limpieza debe hacerse por lo menos una vez por semana.
- b. El contenedor deberá ser diseñado de tal forma que tenga drenaje de fondo.

- c. Deberá prohibirse el estacionamiento de vehículos cerca de donde se encuentran ubicados los contenedores para la facilidad de maniobras del vehículo recolector.
- d. Los contenedores deberán ser colocados a una distancia mínima de 10 cm del nivel del piso, sobre una base de madera o concreto para facilitar la recolección (dependiendo del diseño y especificaciones del camión recolector).
- e. Los contenedores deberán ser ubicados en áreas accesibles tanto para el camión recolector como para los usuarios de dicho contenedor.
- f. Los contenedores deberán ser ubicados en áreas donde exista por lo menos una calle principal.
- g. Se deberá contar con suficiente iluminación cerca del contenedor y, si es posible, en un lugar techado para evitar que en la época de lluvias se produzca mayor cantidad de líquidos contaminantes.
- h. Tomar en cuenta que para definir la cantidad y ubicación de contenedores en una colonia, es necesario analizar el número de viviendas y la generación de basura diaria en cada una de ellas. Igual importancia tienen las especificaciones del contenedor por utilizar (capacidad, tipo de material).
- i. Su ubicación deberá ser tal que la distancia máxima de acarreo del contenedor hacia el camión recolector sea 10 m, tomándose en cuenta las condiciones del espacio disponible.

3. Palas y carretillas

Este equipo auxiliar se utilizará con el objeto de recolectar restos de basura que estén fuera de los contenedores, o para una limpieza de los mismos y de lugares aledaños al contenedor. Se ha estimado que se cuente con una carretilla y por lo menos dos palas por camión recolector.

Ubicación de contenedores

Para la ubicación de contenedores de basura se debe diseñar un lugar estratégico tomando en cuenta especificaciones, tanto de los mismos contenedores como de los camiones recolectores. Sin embargo, ya que la infraestructura actual del municipio de Villa Nueva no se puede cambiar con facilidad, debe optarse por ubicar los contenedores haciendo uso de los recursos con que se cuenta.

Todo cambia y Villa Nueva no es la excepción. La población está aumentando con la construcción de nuevas colonias, que utilizan el mismo patrón que consiste en casas de habitación ubicadas a uno y otro costado de estrechos pasos. Esto hace necesario la existencia de un lugar determinado y estratégico de contenedores de basura para que los camiones recolectores no afecten en forma negativa su acción con el tráfico vehicular que pueda existir en dicho lugar. Para esto se ha diseñado un lugar que cumpla con estos requerimientos el cual puede ser utilizado en cualquier tipo de colonia por construir en un futuro.

Éste no es un diseño inflexible ya que puede ser adaptado según sea la necesidad que se presente.

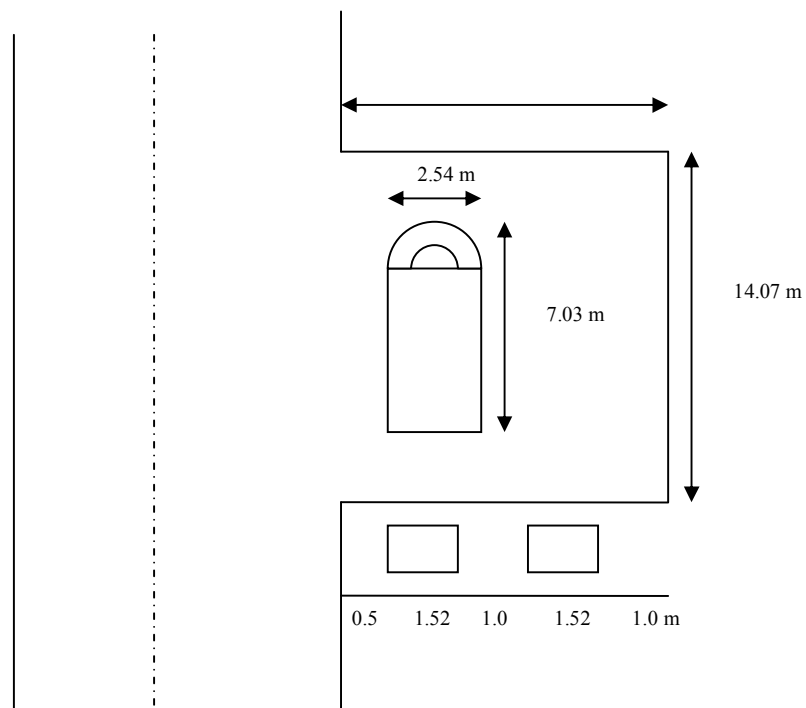
Los camiones recolectores por utilizar son de tipo compactadores con mecanismo apropiado para el uso de contenedores. Éstos son de carga trasera con una capacidad

promedio de siete toneladas. Sus dimensiones son: ancho = 2.54 m, largo = 7.0358 m (incluye la cabina), radio de giro = 5.2 m³.

Los contenedores poseen las siguientes dimensiones: largo = 1.88 m, ancho = 1.52 m¹. Éstos deberán ubicarse de preferencia en lugares no muy cerca de casas habitación.

Si su ubicación está a lo largo de una calle muy transitada se ubicará de la siguiente forma.

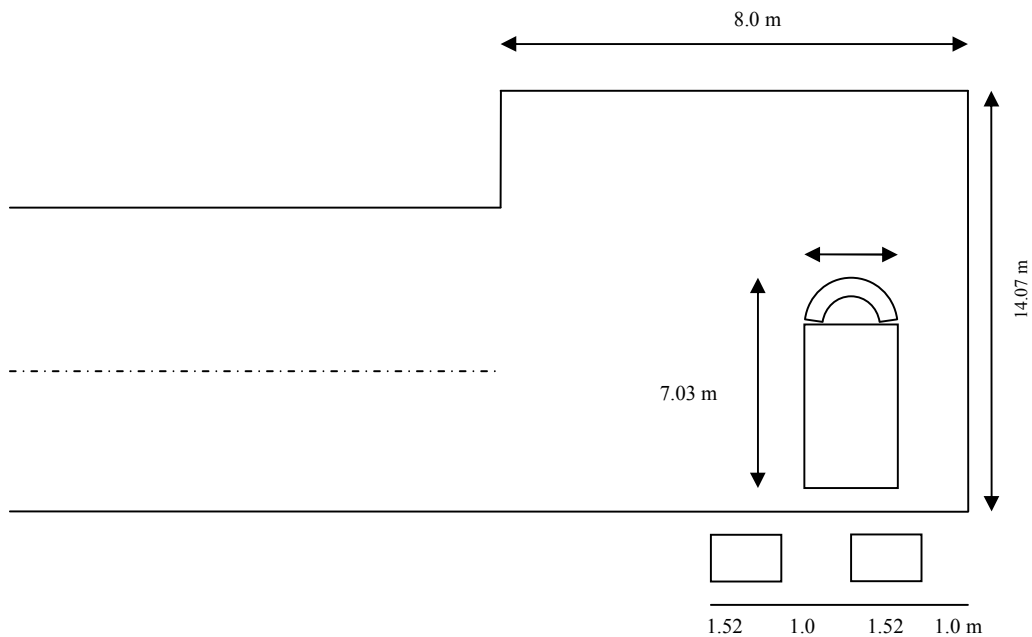
Figura 6. Área de recolección si los contenedores están ubicados en calle transitada



c

Si la ubicación de los contenedores es al final de una calle se ubicarán de la siguiente manera.

Figura 7. Área de recolección si los contenedores están ubicados al final de una calle



4.4 Proceso de recolección de los desechos orgánicos

4.4.1. Objetivo

El objetivo de este apartado es dejar claro, y con bases científicas, el método utilizado para determinar de manera óptima y lógica el sistema de recolección de los desechos orgánicos generados por las viviendas del municipio de Villa Nueva, aplicando las técnicas estudiadas por todo ingeniero industrial.

¹ Catalogo de camiones HINO, DIDEA

Se busca que el diseño de este sistema de recolección sea aplicable a cualquier municipio o área urbana existente a lo largo de todo el país.

4.4.2. Equipo y aparatos

Para determinar las rutas de recolección se debe hacer el uso del siguiente equipo:

- a. Un mapa a escala del municipio en estudio
- b. Un curvómetro
- c. Marcadores y resaltadotes de varios colores
- d. Pliegos de papel vegetal
- e. Una computadora
- f. Papelería y otros

4.4.3. Procedimiento

Se deben realizar los siguientes pasos:

- a. Hacer una investigación de campo sobre el área urbana en estudio para corroborar el grado de confiabilidad de los mapas por utilizar para poder hacer los ajustes y correcciones necesarias.
- b. Se debe marcar en una copia del mapa, y con un pulmón de color, todas las calles por las cuales es posible que un camión recolector haga su recorrido. El objetivo de este paso es diferenciar con claridad, sobre el mapa, las vías de uso exclusivo para peatones y las calles estrechas de aquéllas que sí pueden ser utilizadas por un camión recolector.

- c. Para tener un orden en el ruteo, el municipio se debe dividir por regiones, basándose tanto en sus límites como en sus calles principales.
- d. Haciendo uso del mapa, se diferencian las construcciones fabriles y otras de las construcciones domiciliarias que son las de interés para el diseño.
- e. Tomar en cuenta el número de casas en cada zona o región para calcular el número de contenedores por ubicar en cada zona o región, tomándose en cuenta que el diseño requiere de una recolección diaria de los desechos orgánicos.
- f. Debido a que la infraestructura del municipio no puede ser cambiada, se ubicarán los contenedores en los lugares que se consideren apropiados: parqueos, finales de calles, terrenos baldíos, ensanchamientos de calles, etc., es decir, aquellos lugares en que los camiones puedan maniobrar sin ocasionar mayores problemas.
- g. Al tener ubicados los contenedores, se agrupan en grupos de cinco camiones, tomando en cuenta que éstos estén cerca y sobre una misma ramificación de calle, previendo la ruta que va a seguir el camión recolector. La razón por lo cual se hacen grupos de cinco, es por que los camiones requeridos en el diseño alcanzan su capacidad máxima al recolectar cinco contenedores.
- h. Debe establecerse como punto de partida inicial, para todos los camiones recolectores, el parqueo que la municipalidad designe para la flotilla de camiones.
- i. Luego de haber obtenido las rutas y el orden de recolección, en cada zona o región, se calculan los tiempos requeridos para recolectar cada grupo de contenedores. El objetivo de esto es establecer un horario de recolección, y a

través de éste, determinar el número exacto de camiones requeridos en el sistema.

- j. Los camiones deben ser rotados para que se puedan depreciar en igual forma.

5. RESULTADO Y VERIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

5.1 Estaciones o plantas de transferencia

Para el manejo del servicio de desechos sólidos, la municipalidad podrá disponer, operar o dar en concesión, si así lo estima conveniente, estaciones de transferencia, cuando las necesidades del servicio lo requieran; de ser este el caso, se prohíbe la transferencia de basuras en sitios diferentes a las estaciones de transferencia.

El diseño y construcción o instalación de estaciones de transferencia de desechos sólidos, se sujetarán a las normas de planeación urbana y a las normas técnicas ambientales vigentes para el diseño y construcción de instalaciones de disposiciones de desechos sólidos. Será necesaria la obtención de un estudio de evaluación de impacto ambiental y el correspondiente permiso por parte de la municipalidad, previo a su construcción y operación.

La localización y funcionamiento de las estaciones de transferencia de basuras deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

- a. Facilidad para el acceso de vehículos.
- b. No estar localizadas en áreas ambientales residenciales, de influencia de establecimientos educativos, hospitalarios, militares, de recreación y otro sobre cuyas actividades puede inferir.
- c. No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal ni causar problemas de estética.
- d. Tener sistema definido de carga y descarga.

- e. Tener sistemas alternos que permitan, en casos de fallas o emergencias el normal funcionamiento.
- f. Tener sistema de suministro de agua en cantidad suficiente para realizar actividades de lavado y limpieza.
- g. Disponer de los servicios básicos que permitan su funcionamiento.
- h. Disponer de garita de control para regular el acceso de vehículos o personas a las instalaciones.
- i. Tener un sistema efectivo para el control de vectores.

Cuando en las estaciones de transferencia se realicen actividades de recuperación de materiales reciclables, éstas se someterán también a las disposiciones de este reglamento.

5.2 Tratamiento

5.2.1 Desechos sólidos especiales

Los residuos infecciosos y patológicos en hospitales nacionales o privados casas de salud, sanatorios, centros de salud y laboratorios, deberán ser incinerados en el lugar donde se generan, en sistemas de incineración que cumplan con los requisitos técnicos de construcción y funcionamiento establecido en las normas vigentes. Además, deberán contar con los equipos de medición necesarios para el control operativo.

La disposición final de los residuos tóxicos y peligrosos deberá hacerse en confinamientos controlados, siguiendo las normas técnicas ambientales de diseño,

construcción y manejo, y deberán ser instalados dentro de su propiedad por los generadores de dichos desechos. Será necesaria la obtención de un estudio de evaluación de impacto ambiental y el correspondiente permiso por parte de la municipalidad. Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

Los desechos comunes especiales voluminosos y de manejo especial deberán ser transportados al sitio de disposición final que designe la municipalidad.

5.2.2. Criterio de diseño de ubicación

Como norma general, todo sitio para disposición final de desechos sólidos comunes deberá estar aislado de centros urbanos para garantizar la no interferencia con actividades diferentes a las ahí realizadas y evitar efectos nocivos a la salud de las personas y el medio ambiente.

Para determinar la ubicación de las instalaciones para el tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes, deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Crecimiento estimado de la población.
- b. Generación estimada de desechos sólidos.
- c. Desplazamiento urbano.
- d. Ubicación y topografía (fallas geológicas, áreas de impacto sísmico, susceptibilidad hidrológica, áreas inestables, humedales o áreas pantanosas, cercanías a centros urbanos).

- e. Vida útil de las instalaciones de por lo menos quince años.

El criterio de diseño para el manejo del tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes obedecerá a estudios técnicos, conforme a las normas técnicas ambientales y enmarcadas dentro de cualquiera de los siguientes sistemas.

- a) Relleno sanitario de área
- b) Relleno sanitario tipo trincheras
- c) Planta de separación, selección, tratamiento y relleno sanitario

5.2.2.1. Criterio de operación

El sitio que se utilice para efectuar el tratamiento y la disposición final de los desechos sólidos comunes que se generan en el municipio deberá cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

- a) Contar con un muro o cerca perimetral y garita para controlar el ingreso y salida de personas y vehículos.
- b) Tener señales que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollen.
- c) Contar con los servicios de suministro de agua, energía eléctrica y drenajes.
- d) Mantener condiciones sanitarias en general.
- e) Contar con área y sistemas de lavado para la limpieza de equipo y camiones recolectores.

- f) Preferentemente que cuente con báscula para pesar los camiones.
- g) Mantener control y un registro diario de la cantidad, volumen, calidad y peso de desechos sólidos ingresados por los vehículos recolectores.
- h) Contar con un estricto control de calidad en el proceso de separación de residuos orgánicos e inorgánicos.
- i) Contar con un estricto control de calidad en el proceso de producción de compost.
- j) Contar con relleno confinado para la descarga final de baterías y otros desechos sólidos caseros contaminantes.
- k) Contar con un área para la colocación de chatarra.
- l) Tener la vialidad en condiciones adecuadas para un fácil acceso y circulación interna de los vehículos.
- m) Contar con vigilancia las veinticuatro horas para proteger las instalaciones, su uso adecuado, evitar el vandalismo y detectar situaciones de emergencia.
- n) Contar con métodos para ejercer el control sobre el esparcimiento de la basura, partículas, polvo y otras materiales que por acción del viento puedan ser transportados a los alrededores del sitio de disposición final.
- o) Equipo de comunicaciones y teléfonos para casos de emergencia y para el control de operaciones.
- p) Instalaciones para los empleados, con agua potable, área de comedor, duchas y servicios sanitarios.

- q) Personal suficiente y debidamente capacitado para garantizar una operación adecuada.
- r) Equipo y maquinaria adecuada al sistema de operación.
- s) Estructuras para almacenamiento de equipo y para el mantenimiento del mismo.
- t) Impermeabilización del suelo en las áreas destinadas al relleno sanitario.
- u) Sistema de tratamiento de los líquidos lixiviales.
- v) En el caso de que el sistema seleccionado sea un relleno sanitario de área, se deberá contar con un banco de material de cobertura que pueda proveer la cantidad necesaria de acuerdo con la vida útil planificada.

5.3 Contaminación por desechos sólidos

5.3.1. Prohibiciones

Para la prestación regular del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, la conservación del medio ambiente y la preservación de la salud del vecindario se prohíbe:

- a) La dispersión, derrame, descarga, depósito, disposición o acumulación de desechos sólidos en ningún predio, acera, vía de acceso pública o privada, cunetas, calles, terrenos baldíos urbanos y rurales, o cualquier sitio no autorizado por la municipalidad.

- b) Utilizar calles o banquetas para la instalación de talleres de reparación, y abandonar o permitir que se abandone chatarra o llantas usadas .
- c) Almacenar desechos de construcción en la vía pública.
- d) Almacenar o manejar materiales para la construcción en calles, avenidas, plazoletas, parques, jardines, alamedas, banquetas, áreas de recreación, terrenos baldíos urbanos o rurales o cualquier otro sitio no autorizado por la municipalidad.
- e) Depositar desechos comunes domiciliarios, comerciales o industriales en los recipientes destinados a la captación de basura peatonal.
- f) Ensuciar calles, plazas o centros públicos satisfaciendo necesidades corporales que afecten la limpieza y ornato de la ciudad.
- g) El derrame y descarga de aceites y grasas usados en la vía pública, el servicio de alcantarillado público, al suelo o cualquier otro sitio no autorizado por la municipalidad.

La quema a campo abierto de desechos sólidos. La municipalidad podrá conceder tal autorización en casos de emergencia que representen un peligro real para la salud o la seguridad pública. La incineración de desechos sólidos en instalaciones o incineradores que no han sido autorizados por la municipalidad será considerado como quemado a campo abierto.

La disposición, aplicación o incorporación al terreno de cienos de aguas residuales, negras o contaminadas o de desperdicios provenientes de pozos sépticos a menos que:

- a. Sean tratados mediante algún proceso que reduzca significativamente los agentes patógenos. Las personas que realicen el proceso solicitarán la previa aprobación de la municipalidad.
- b. El acceso del público a la instalación sea controlado y se impida por lo menos por un mes el pastoreo de animales cuyos productos vayan a ser consumidos por seres humanos.
- c. Sean tratados por algún proceso de reducción ulterior de desechos sólidos patógenos. Las personas que realicen el proceso solicitarán la previa aprobación de la municipalidad.

Descargar o permitir que desechos o contaminantes provenientes de los beneficios de café, húmedos y secos, las fincas o plantas de producción y procesamiento de hortalizas, cualquier otra explotación agrícola o instalaciones para el manejo de desechos sólidos se descarguen, derramen o ganen acceso a aguas superficiales.

Contaminar o permitir la contaminación de las aguas subterráneas en el municipio. Los operadores de instalaciones para el manejo de desechos sólidos verificarán y se asegurarán que su operación cumple con las disposiciones aplicables del reglamento.

El almacenamiento, la recuperación o la disposición de desechos sólidos en zonas inundables o humedales o áreas pantanosas.

Se prohíbe terminantemente la disposición de residuos patológicos, infecciosos, tóxicos y peligrosos en los recipientes o bolsas destinados para la basura común, ni el manejo y disposición de dichos residuos en una instalación destinada al manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes. Se prohíbe la

disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio.

5.4 Disposiciones administrativas

5.4.1. Medios de régimen de sanciones

La municipalidad, en el ejercicio del poder correctivo, podrá adoptar las medidas y utilizar los medios apropiados para asegurar el cumplimiento del reglamento.

Cuando la municipalidad encuentre que una o más disposiciones del reglamento, están siendo o han sido infringidos, extenderá por escrito una notificación de violación al infractor.

Toda notificación especificará en que consistió la violación, los puntos que están fuera de cumplimiento y el límite de tiempo que se concede para cumplir.

La notificación especificará los requerimientos que la municipalidad estime necesario para lograr el cumplimiento.

Si la infracción persiste más allá del tiempo concedido para cumplir, la municipalidad podrá expedir una orden de cumplimiento, o tomar cualquier otra acción sancionadora con sus facultades y de la Ley de lo Contencioso Administrativo.

Se consideran fallas graves:

- a. La falta de los permisos necesarios para el ejercicio de la actividad y puesta en marcha de las instalaciones correspondientes.
- b. La contaminación por desechos sólidos de los suelos como resultado de la operación de un botadero o campo abierto o de las actividades en contravención de las disposiciones de este reglamento.
- c. La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas como resultado de alguna actividad en contravención de las disposiciones de este reglamento.
- d. Obstaculizar o entorpecer la labor de vigilancia, inspección y control de la municipalidad.
- e. La puesta en funcionamiento de vehículos recolectores, de instalaciones o establecimientos que hayan sido cerrados temporal o definitivamente o cuyo permiso de funcionamiento haya sido revocado o suspendido.
- f. Presentación de datos fraudulentos, falsos o inexistentes en cualquiera de los informes requeridos por la municipalidad.
- g. Descarga no autorizada de contaminantes tóxicos, flamables, radioactivos, corrosivos, reactivos, aceites, grasas, neumáticos usados o de cualquier forma peligrosa a las aguas superficiales, subterráneas o a cualquier otro cuerpo receptor no autorizado.

En los demás casos, para apreciar la procedencia de una sanción, así como para establecer la tasación de la misma, la municipalidad tendrá en cuenta la gravedad de la

infracción, conforme al balance y estimación de las siguientes circunstancias agravantes y atenuantes:

1. Son circunstancias agravantes:

- a) Reincidir en la omisión de la misma falta.
- b) Realizar el hecho con pleno conocimiento de sus efectos dañinos, con la complicidad de subalternos o con su participación bajo debida presión.
- c) Cometer falta para ocultar otra.
- d) Omitir responsabilidad o atribuírsela a otro u otros, o realizar actos tendientes a ocultarla.
- e) Infringir varias obligaciones con la misma conducta.
- f) Preparar dolosamente la infracción y sus modalidades.
- g) La gravedad del riesgo o del daño generado contra el medio ambiente, los recursos naturales o la salud de las personas.

2. Son circunstancias atenuantes:

- a) La buena conducta anterior.
- b) La ignorancia invencible, que no podrá ser considerada como atenuante sino respecto de menores de edad, incapaces o analfabetas.

- c) Informar antes de que se produzcan los peligros o daños al medio ambiente, los recursos naturales o salud de las personas.
- d) Realizar las acciones correctivas por iniciativa propia para resarcir el daño, restaurar el equilibrio ecológico o el perjuicio causado, antes de la imposición de la sanción.

Cuando se ordene suspensión o cierre temporal de un establecimiento, se indicarán los medios y en virtud de los cuales la persona sancionada puede eventualmente solicitar que se ponga fin a la suspensión o al cierre temporal dispuesto. En cualquier caso, la persona sancionada no podrá adelantar ninguna de las actividades u operaciones que dieron lugar a la imposición de la sanción, para lo cual la municipalidad podrá adoptar las medidas apropiadas o solicitar el auxilio de la fuerza pública.

En el caso de decomiso de sustancias, productos o implementos utilizados en la comisión de una infracción y de la diligencia de aprehensión y depósitos, se levantará un acta que será suscrita por el funcionario que interviene y las personas a quienes se les practica de decomiso, copia de la cual se entrega a estas últimas. Si no fueren destruidos o rematados, a los bienes decomisados definitivamente se les dará la destinación que proceda, conforme con los criterios que señale la municipalidad.

En los casos de cierre de establecimiento o suspensión de obras o actividades, la municipalidad utilizará los sistemas apropiados para asegurar el cumplimiento de las medidas ordenadas.

Las multas deben ser pagadas dentro de los cinco días hábiles siguientes a la ejecutoria de la providencia que las imponga. En la resolución correspondiente se

indicarán los términos y condiciones bajo los cuales cesa para el infractor la obligación de pagar la multa.

5.4.2. Aspectos económicos y financieros

Los fondos que se generen por la prestación del servicio serán destinados a cubrir los gastos de administración, operación y mantenimiento del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, así como demás compromisos que ocasione la prestación del mismo.

Por el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes, se fija una tarifa mensual y una tasa por la concesión del servicio de la siguiente manera:

Tabla VII. Cuadro de tarifas prepuestas

Numero	TIPO	PROPUESTA DE TARIFA
1	DOMICILIAR C	
2	DOMICILIAR B	
3	DOMICILIAR A	
4	DOMICILIAR AA	
5	Puestos del mercado y ventas callejeras, tortillerías, radio laboratorios, radio difusoras, refresquerías de 2ª, barberías, ventas de ropa usada, pinchazos, sastrerías, talleres de bicicletas.	
6	Tiendas de 3ª., molinos de nixtamal, tortillerías, radio laboratorios, radio difusoras, refresquerías de 2ª, barberías, ventas, de ropa usada, pinchazos, sastrerías, talleres de bicicletas.	
7	Funerarias, centros fotográficos, vidrierías, depósitos de granos, venta y alquiler de videos, zapaterías, alquifiestas, oficinas de negocios en general, instituciones de servicio, distribuidoras de gas, comedores de 2ª., cremerías, ventas de helados, tiendas de regalos, librerías y papelerías, aceiteras, aserraderos y ventas de madera.	
8	Almacenes de 3ª., carnicerías, marinerías, ventas de pollo, tiendas de regalos, ventas de plástico, escuelas públicas, cantinas, auto repuestos, panaderías, talleres automotrices, refresquerías, laboratorio dental, almacenes de 2ª., cafeterías, comedores, pensiones, farmacias.	
9	Billares, juegos electrónicos, taquerías, pupuserías, ferretería de 2ª., laboratorios, instituciones públicas, restaurantes de 3ª, ventas de calzado, fábricas de rótulos, clínicas medicas, clínicas odontológicas, bares y prostíbulos.	
10	Depósitos de aguas gaseosas y cervezas, gasolineras, ventas de licor, ventas de materiales de construcción, imprentas, colegios privados, academias e institutos privados, abarroterías, almacenes de mercadería en general, centros de salud pública.	
11	Hospitales privados, casas de salud privadas, restaurantes, ventas de comida rápida.	
12	Restaurantes de 2ª, hoteles de 2ª., fábricas de block, fábricas de piso de granito, predio de venta de vehículos usados.	
13	Industrias, fábricas, clubes sociales privados, predios de venta de maquinaria y vehículos nuevos.	
14	Estadios, centros deportivos públicos o privados, supermercados.	

Las tasas anteriores podrán ser modificadas cuando la municipalidad lo estime conveniente y normadas a otros usuarios que no figuren en la lista anterior.

La tarifa y tasa municipal aplicable por el servicio de recolección y transporte de los desechos comunes especiales, será fijada por la municipalidad en coordinación con la empresa que prestaría del servicio, de acuerdo con la característica y volumen de los residuos.

5.4.3. Disposiciones finales

En lo que respecta a las disposiciones finales, el juez de asuntos municipales o el alcalde en función del juez podrá aplicar las sanciones e imponer las multas sobre la base de lo que para el efecto establece el Reglamento.

Los casos en el Reglamento serán resueltos por el alcalde municipal de conformidad con el Código Municipal y las Leyes Ambientales vigentes.

Quedarán sin efecto cualquier disposición o acuerdos municipales emitidos sobre la materia con anterioridad y que se opongan a lo dispuesto en el reglamento, inmediatamente cuando entre en vigor.

Se declara como único sitio autorizado para la disposición final de los desechos sólidos comunes, el relleno sanitario ubicado en el kilómetro 22.5 carretera al Pacífico.

CONCLUSIONES

1. Los aportes de este trabajo de tesis podrán ser realidad siempre que las autoridades edilicias de turno del municipio de Villa Nueva estén en la mejor disposición de ponerlos en práctica.
2. El ministerio educación debe agregar, dentro de sus programas desde la primaria, educación ambiental, de tal forma que el niño crezca con consciencia acerca de su futuro si no se preocupa de la contaminación.
3. Crear programas informativos para la población sobre el reciclaje y clasificación de los desechos, y sus ventajas económicas y ambientales.
4. La municipalidad de Villa Nueva debe implementar urgentemente una estrategia de planificación urbana, y no seguir autorizando la urbanización y construcción de nuevos complejos habitacionales, si paralelamente no tiene una estrategia de incremento de prestación de servicios básicos a la población.
5. Hacer de la recolección de los desechos un proyecto autofinanciable, ya que en este trabajo se dan los lineamientos básicos para poder realizarla.

RECOMENDACIONES

1. Crear el departamento de medio ambiente en la municipalidad de Villa Nueva, para que vele sobre la planificación y las tendencias del medio ambiente así como la aplicación del reglamento.
2. Agregar a la red de estudios del ingeniero industrial, cursos sobre medio ambiente, ya que por su formación siempre estará involucrado en actividades que afecten el medio ambiente.
3. Que el ministerio de ambiente brinde el apoyo y capacitación adecuada a la municipalidades del país para hacer de la protección del medio ambiente un proyecto a nivel nacional.
4. Identificar los lugares y desechos que afectan al medio ambiente dentro del municipio de Villa Nueva, y tomar las medidas de mitigación correctivas.
5. Como medida a corto plazo deben eliminarse los basureros clandestinos cercanos a escuelas, hospitales y centros de salud para evitar enfermedades contagiosas en la población.
6. Colocar recipientes para recolección de basura en lugares muy concurridos como paradas de bus, parques, escuelas y mercados para minimizar la mala costumbre de tirar basura en calles y banquetas.

BIBLIOGRAFIA

1. Ekhar Deutscher y Guillermo Villalobos. **Desechos Sólidos y Educación Ambiental**, Primera edición. San José Costa Rica. Editorial Vilma Herrera, 2,001
2. Benítez Centeno, Raúl, et al. **POLITICAS DE POBLACION EN CENTROAMERICA, EL CARIBE Y MEXICO**, Primera edición, UNAM, México, 2,001.
3. Castaña, Cesar. **POBLACION AMBIENTAL Y POBLACION: EN CASO DE GUATEMALA**, Mimeo. Parlamento Centroamericano, septiembre de 2,000. Guatemala, 20 páginas.
4. Castro, Cesar. **SITUACION ACTUAL DEL MANEJO DE DESECHOS EN COSTA RICA**. Síntesis histórica. Comisión Nacional de Manejo de Desechos del Consejo Nacional de Organizaciones para el desarrollo Sostenible (CANAOS), San José, Costa Rica, 2001. Mimeo.
5. CONAMA. **BASURA. COMO DISMINUIRLA EN NUESTRO HOGAR**. Guatemala: Presidencia de la Republica. Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), Guatemala, 1999.
6. OPS. **ANALISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**. Guatemala: Organización Panamericana de la Salud. Guatemala. 2,001.

7. Mendizábal Acevedo, Yara. **DESCRIPCION DE LOS PROCESOS PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**, Universidad del Valle de Guatemala, 1998.