



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**PROPUESTA PARA UN TREN DE ASEO PARA DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE PATZICÌA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

Gilmar Estuardo Morales Ruiz

Asesorado por el MCs. Lic. Luis Rafael Valladares Vielman

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA UN TREN DE ASEO PARA DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE PATZICÌA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
POR

GILMAR ESTUARDO MORALES RUIZ

ASESORADO POR EL MSc. LIC. LUIS RAFAEL VALLADARES VIELMAN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO MUNICIPAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA PARA UN TREN DE ASEO PARA DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATZICÌA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 14 de noviembre de 2014.

Gilmar Estuardo Morales Ruiz

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la bendición que me da de alcanzar una meta más en la vida
Mis padres	Julio Santiago Morales de la Cruz y Marta Estela Ruiz Méndez. Su amor y ejemplo será siempre mi inspiración.
Mi esposa	Marta Guísela Quiñones Porras. Por su paciencia y ser el apoyo incondicional en mi carrera y la vida.
Mis hijos	María Celeste y Pablo André. Por ser dos ángeles en mi vida.
Mis hermanos	Julio Gerardo (DEP), Carmen Lucrecia, Evelyn Carolina. Por ser una importante influencia en mi carrera.
Mis sobrinos	Que sea estímulo para alcanzar cada una de sus metas.
Mis cuñados	Con aprecio y cariño.
Mi familia	Base fundamental para alcanzar las metas deseadas.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mis estudios de postgrado
Facultad de Ingeniería	Por permitirme adquirir los conocimientos importantes para la etapa profesional.
Asesor específico	MSc. Licenciado Luis Rafael Valladares Vielman, por sus conocimientos y asesoría en el trabajo de investigación
Escuela de Postgrado	Por ser muy importante en la culminación de la maestría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XXVII

1. ASPECTOS TEÓRICOS EN EL DESARROLLO MUNICIPAL DE PATZICIA	1
1.1. Reseña histórica del municipio	3
1.2. Análisis de la Legislación Municipal en desechos sólidos y la influencia de los Consejos de Desarrollo	3
1.3. Gestión y Educación Ambiental Municipal	8
1.4. Ordenamiento territorial municipal	11
1.5. Administración de redes de servicios municipales	15
1.6. Formulación dinámica de proyectos de ingeniería	17
1.7. Financiamiento, inversión y desarrollo	19
2. DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES	23
2.1. Parámetros técnicos de los desechos sólidos.....	23
2.1.1. Impacto ambiental del mal manejo de desechos sólidos	26
2.1.2. Administración, financiamiento y logística de los	32
factores a considerar	44

para decidir sobre	
vehículos.....	44

3. CARACTERIZACIÓN Y PROBLEMÁTICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN PATZICIA..... 53

3.1. Caracterización del Municipio.....	53
3.1.1. Área de ubicación geográfica y zonificación	53
3.1.2. Caracterización biofísica del área	55
3.1.3. Caracterización social del área de influencia	56
3.1.4. Caracterización del problema de los desechos sólidos	58
3.2. Principales problemas que generan los desechos sólidos urbanos.....	63
3.2.1. Desechos Sólidos y su relación negativa con la salud del municipio.	63
3.2.1.1. Categoría ¡Error! Marcador no definido.	
3.2.2. Ausencia de acuerdos políticos y programas de ornato en el municipio	66
3.2.3. Educación y promoción del servicio, conciencia social.....	67
3.2.4. Problemática de recolección y traslado.....	70

4. PROPUESTA DEL TREN DE ASEO 75

4.1. Cálculos y porcentajes de desechos sólidos en el Casco urbano de Patzicia	75
4.1.1. Clasificación..... ¡Error! Marcador no definido.	
4.1.2. Metodología de recolección	80
4.2. Recolección y transporte	84
4.2.1. Objetivo principal de recolección.....	84

4.2.2.	Situación actual de la recolección	85
4.2.3.	Situación actual de transporte	86
4.2.4.	Equipos y Vehículos de recolección, importancia de sus características	86
4.2.4.1.	Topografía y accesibilidad del casco urbano de Patzicia	87
4.2.4.2.	Propuesta de vehículo para la Recolección.....	88 88
4.2.5.	Diseño de las rutas de recolección.....	90
4.2.5.1.	Determinación del número de vehículos para el municipio de Patzicia	93
4.2.5.2.	Determinación del número de personas para la cuadrilla para limpieza	94
4.2.5.3.	Determinación de longitud del tren de aseo	95
4.2.5.4.	Días y Horarios	98
4.2.5.5.	Equipo propuesto de recolección manual	99
4.2.5.6.	Plan de financiamiento.	101
4.2.5.7.	Fuentes de Inversión....	103
4.2.5.8.	Presentacion de resultados	105

4.2.5.9. Discusión de los resultados.....	113
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vinculación del plan de ordenamiento.....	14
2.	territorial a los servicios municipales	14
3.	Representacion de un sistema de recoleccion	34
4.	Clasificacion domiciliar de la basura.....	36
5.	Proceso de servicio de pago de recoleccion de desechos solidos	40
6.	Vehículo con carrocería de volteo	45
7.	Ruta de recolección.	47
8.	Mapa del casco urbano del municipio de Patzicia	54
9.	Esquema de implementacion de un tren de aseo.....	59
10.	Ubicación de avenida principal, mercado y principales comercios	62
11.	Localización de la recolección de desechos sólidos.....	73
12.	Vías de acceso de Patzicia	88
13.	Modelo de camión a implementar	90
14.	División de zonas para implementación de un tren de aseo.....	92
15.	Puntos clave de generación de desechos sólidos	92
16.	Rutas de recorrido.....	97

TABLAS

I.	Legislación de los desechos sólidos	5
II.	Priorización de la problemática de los desechos sólidos	17
III.	Características del servicio de limpieza	32
IV.	Proyección de la producción y procedencia de los desechos sólidos municipales.....	39
V.	Esquema de mejoramiento continuo.....	42
VI.	Principales ventajas y desventajas de los vehículos de recolección. ...	46
VII.	Principales grupos étnicos	57
VIII.	Población urbana y rural de Patzicia.....	58
IX.	Tipos de desechos sólidos en las diferentes zonas de Patzicia	60
X.	Enfermedades relacionadas con desechos sólidos.....	65
XI.	Departamento de Chimaltenango, tasa de analfabetismo por municipio	68
XII.	Nivel de cultura ambiental del municipio	69
XIII.	Clasificación de los desechos sólidos y procedencia en las calles del municipio de Patzicia	76
XIV.	Procedencia en las calles del municipio de Patzicia.....	76
XV.	Clasificación de los desechos sólidos	77
XVI.	Composición de los residuos sólidos en las calles de Patzicia	79
XVII.	Tipo de desechos sólidos en zona 1, Patzicia.....	81
XVIII.	Recolección de muestras de desechos sólidos en las 4 zonas del municipio.....	82
XIX.	Cuadro que muestra la cantidad de residuos sólidos municipales que se generan en las 4 zonas del municipio de Patzicia departamento de Chimaltenango.....	83
XX.	Propuesta de vehículo	89

XXI.	Días y horarios de recorrido	98
XXII.	Presupuesto para tren de aseo	101
XXIII.	Índices de gestión municipal, comparacion 2012 -2013	107
XXIV.	Responsables de limpieza.	110
XXV.	Cantidad de residuos sólidos municipales que se generan en las 4 zonas del municipio de Patzicia.	111

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AMSA	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
CEUR	Centro de Estudios Urbanos y Regionales
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
COMUDE	Concejo Municipal de Desarrollo
COB	Cobertura
DPM	Dirección de Planificación Municipal
DSR	Desechos Sólidos Recolectados
DSU	Desechos Sólidos Urbanos
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

GLOSARIO

Ambiente	Conjunto de circunstancias o factores sociales, culturales, morales, económicos, profesionales, etc.; que rodean una cosa o a una persona, colectividad e influyen en su desarrollo o estado.
Código Civil	Código que recoge las leyes que afectan a las personas, bienes, modos de propiedad, obligaciones y contratos.
Código de Salud	Tiene por objeto establecer y desarrollar los principios de la salud pública en los habitantes de la República en coordinación con otras instituciones.
Código Municipal	Tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, gobierno, administración de los municipios y cumplir con las competencias que le corresponde.
Desarrollo Municipal	Es la implementación procesos que se ejecutan para mejorar la calidad de vida de un municipio.

Desechos Sólidos

Elementos putrefactos o no, procedentes de actividades industriales, domésticas y comerciales de una comunidad.

Desechos Sólidos Inorgánicos

Son los que por sus características sufren una descomposición natural muy lenta.

Desechos Sólidos Orgánicos

Son los que por sus características se degradan rápidamente transformándose en otro tipo de materia orgánica.

Estudio Ambiental

Análisis técnico de los factores de diversa índole que rodean a una cosa, persona o comunidad que es útil para el desarrollo integral.

Impacto Ambiental

Efecto que produce la actividad humana sobre el ambiente, es la alteración de la línea de base ambiental.

Medio Ambiente

Sistema integrado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la intervención humana.

Ordenamiento Territorial

Sistema que garantiza la disponibilidad de los recursos naturales, culturales, sociales, económicos y materiales para que se manejen en forma eficiente, para el desarrollo de una comunidad.

Parámetros

Dato que se considera imprescindible y orienta para lograr evaluar o valorar una determinada situación.

Plan de Desarrollo Municipal

Documento que recoge el conocimiento consensuado entre actores locales de un municipio donde se describe la situación actual combinado con aportes de conocimientos técnicos provenientes de fuentes bibliográficas e institucionales, con el fin de darle solución a los problemas y lograr un desarrollo

por medio de inversiones, según lo establezca la demanda.

Tasa Municipal

se refiere a un tributo con menor grado de obligatoriedad, ya que depende del sometimiento voluntario del particular al decidirse sobre el servicio.

Tren de Aseo Municipal

Servicio de recolección, traslado y disposición final de desechos en forma técnica para contribuir con el ornato de un municipio, con la salud de las personas y mitigar en gran medida los problemas ambientales.

Tratamiento

Proceso de transformación físico, químico o biológico de los excrementos, aguas residuos, o residuos sólidos, con el fin de obtener beneficios sanitarios y eliminar los efectos nocivos al ambiente

Vectores

Seres vivos que intervienen en la transmisión de enfermedades al llevarlas de un enfermo o de un reservorio a una persona sana.

RESUMEN

En la investigación se estudia la acumulación de desechos sólidos en las calles y avenidas en el casco urbano del municipio de Patzicía, departamento de Chimaltenango, los cuales obstruyen los principales tragantes en las 4 zonas, ocasionando que se tapen y el agua no fluya normalmente, esto a consecuencia de que no existe un tren de aseo municipal.

En promedio, se generan 12 toneladas diarias de desechos sólidos, por zona, las cuales están siendo manipuladas inadecuadamente, lo que puede causar el aumento de enfermedades producidas por estos además de daños al medio ambiente, la implementación de un tren de aseo mitiga en gran medida el problema de los desechos sólidos municipales.

El objetivo principal es realizar una propuesta para que la municipalidad de Patzicía, Chimaltenango, implemente, desde una perspectiva técnica, un tren de aseo que posibilite la solución del problema de desechos tirados en las calles del municipio.

La implementación de este tren de aseo posibilita el desarrollo municipal, además es útil para que la municipalidad establezca un control sobre la generación de desechos sólidos en el casco urbano, una continuidad de ornato, incremente sus ingresos y desarrolle otros proyectos, contribuya a la erradicación del desempleo y estimula el turismo y comercio del municipio.

ANTECEDENTES

Los desechos sólidos son parte de un problema ambiental muy reflejado en los diferentes municipios de Guatemala, este problema no se le ha dado una solución definitiva, ya que el país no cuenta con leyes claras y necesarias, por lo mismo están causando impactos negativos para el desarrollo de los municipios.

El problema en si no son los desechos sólidos, si no el mal manejo técnico de los mismos. Barrientos (2000), en su libro: *Utopía necesaria*, concluye que:

El tratamiento exclusivo de la problemática de los desechos, en base a acciones de manejo y disposición final de los mismos, no garantiza, por si mismo, la eliminación del problema. (Pàg.122)

El manejo integral de los desechos sólidos implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los mismos, desde la generación hasta la disposición final, incluyendo los aspectos de segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección transporte y tratamiento con lo cual se pretende evitar y minimizar la generación de desechos e incrementar el aprovechamiento de estos.

El tren de aseo es parte de una gestión municipal en donde se recogen los desechos sólidos que se encuentran en las calles y se trasladan a un vertedero o planta de tratamiento, en donde se encuentra un centro de acopio y selección.

Según el Plan de Desarrollo de Patzicía (COMUDE-SEGEPLAN, 2010), el municipio tiene una extensión de 44 kilómetros cuadrados, y el casco urbano lo ocupa el 4.5 %, donde se establece la mayor concentración de actividades económicas, sociales y culturales, por tal motivo, se genera mayor volumen de residuos sólidos en las calles que no se manejan adecuadamente.

El Código Municipal, Título V, Administración Municipal, Capítulo I, Competencias Municipales, en su Artículo 68, inciso a, dicta:

Es competencia propia del municipio, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final, por lo tanto es obligación de la municipalidad hacer frente al problema de los residuos sólidos.

Sin embargo, es frecuente observar que en las diferentes calles del casco urbano, hay muchos tiraderos no autorizados, además que no se cuenta con un adecuado tren de aseo, lo que repercute a una contaminación del medio ambiente.

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Patzicía, (COMUDE-SEGEPLAN, 2010), en la parte de saneamiento ambiental, el 88 % de las viviendas hace mal uso de los desechos sólidos, y es importante destacar que la población urbana elimina la basura, tirándola en barrancos que se encuentran muy cerca del casco urbano, debido a la inexistencia de un tren de aseo, servicio municipal inexistente por falta de financiamiento. (Pàg.45).

También en dicho plan hacen énfasis en que no existe sensibilización de las personas en cuanto a la protección y preservación del ambiente del municipio. Se expone también que es importante y urgente la implementación de sistemas de recolección de desechos sólidos, tratamiento y sensibilización a la población en cuanto a la forma adecuada de eliminar los mismos.

En una investigación hecha por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales CEUR (1996), exponen la situación de la basura en Guatemala, dando un concepto de lo que es residuo sólido urbano: DSU, son aquellos generados por cualquier actividad en aglomeraciones urbanas. (Pag.13).

En el documento se establece también que en 1879, en el municipio de Guatemala, se dispuso que la basura fuera incinerada en un crematorio, este mismo año se implementó el servicio de limpieza pública denominado tren de aseo.

Es importante mencionar que dentro de este estudio sobresale la forma de recolección y transporte de los desechos sólidos y cómo surge, en donde se cita lo siguiente:

El jefe del estado de Guatemala autorizado para dictar medidas de policía y salubridad, decreta: (...) 3º por estos bandos se ordenará: 1. La limpieza de todas las calles, plazas y lugares públicos, de manera que en ellos no existan inmundicias, basura, basura..... (Pág. 21).

A nivel internacional se han hecho varios estudios sobre el transporte y recolección de los desechos sólidos llamando la atención el análisis del sistema de recolección de basura en la zona urbana del Municipio de San Pedro Cholula de México, mediante la aplicación de un modelo de ruteo de vehículos con capacidad, hecho por Magdalena Bangala Garces y María

Auxilio Osorio Lama (2011) , en donde describen la teoría del ruteo de los vehículos, la cual propone una metodología de ruta ordenada y sistemática que permita incluir herramientas tecnológicas adecuadas, para facilitar a los operadores su organización. Lo importante de esto es que puede optimizar tiempo y costo que es lo que las municipalidades buscan.

El estudio hecho por Campos Gómez (2000), en su libro *Saneamiento Ambiental*, en el capítulo V expone cómo se debe recolectar los residuos sólidos mediante una serie de sistemas y estaciones de transferencias, haciendo las debidas recomendaciones para minimizar el impacto ambiental.

Se tiene referencia en Guatemala del informe sobre desechos sólidos realizado por Vargas Mantilla (2007), y llama la atención la caracterización que desarrolla sobre los desechos sólidos domiciliarios, ya que muestra datos bastante interesantes en donde sobresalen los hábitos de consumo de los distintos grupos sociales.

La debida manipulación de los desechos sólidos a través de un tren de aseo es esencial para el logro del desarrollo municipal ya que contribuirá a darle apertura al turismo dentro del municipio, además de mejorar el medio ambiente, contar con una empresa sostenible y aumentar la recaudación de ingresos propios del gobierno local, con la implementación y regulación de este servicio las personas individuales podrán contar con un municipio limpio y desarrollado con acceso a mejores condiciones de vida.

Según Mejía Lira (1994) en su libro: *Problemática y Desarrollo Municipal* expone:

El municipio comprende diversos ángulos de estudio, para su comprensión es necesario entonces considerar tres ejes esenciales: el sustantivo que corresponde a las necesidades y demandas del gobierno municipal, la parte

adjetiva que corresponde a los diversos recursos requeridos, finalmente el eje administrativo se refiere a los procesos del aparato administrativo. (Página 11 y 12).

Con la adaptación de estos tres ejes dentro del manejo adecuado de desechos sólidos en el municipio de Patzicía, se estará contribuyendo al Desarrollo Municipal para mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

No existe una debida manipulación técnica de los desechos sólidos ubicados en las calles del área urbana del municipio de Patzicía. Dicha problemática es competencia del gobierno local, según el Código Municipal en su Artículo 68, debiéndose solucionar en beneficio del ornato, de la salud y del cuidado del medio ambiente.

Según cálculos municipales en las calles y avenidas del casco urbano de Patzicía, las personas tiran y acumulan basura, tapando los principales tragantes ubicados en las 4 zonas del municipio, lo que ocasiona que el agua pluvial no fluya normalmente hacia los drenajes, arrastrando los desechos al río que se encuentra al sur del municipio.

A partir de lo anterior se generan las siguientes preguntas problematizadoras:

PREGUNTA PRINCIPAL:

¿Cuál debe ser el contenido de una propuesta para la implementación de un tren de aseo en el casco urbano del municipio de Patzicía, Chimaltenango?

PREGUNTAS SECUNDARIAS:

¿Cuáles son los problemas que se generan por falta de un tren de aseo en el casco urbano del municipio de Patzicía, Chimaltenango?

¿Cuáles son los parámetros para implementar un tren de aseo en el casco urbano del Municipio de Patzicía, Chimaltenango?

¿Cuáles son los pasos que debe de realizar la municipalidad de Patzicía, Chimaltenango, para la implementación de un tren de aseo en el casco urbano del municipio a su cargo?

OBJETIVOS

General

Realizar una propuesta para que la municipalidad de Patzicía, Chimaltenango, implemente, desde una perspectiva técnica, un tren de aseo que posibilite la solución del problema de desechos tirados en las calles del municipio.

Específicos

1. Caracterizar el problema de los desechos sólidos en las calles y avenidas del casco urbano del municipio de Patzicía, departamento de Chimaltenango.
2. Determinar los parámetros técnicos para la implementación de un tren de aseo en el casco urbano del municipio de Patzicía, departamento de Chimaltenango.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales problemáticas de la Municipalidad de Patzicía es la inexistencia de una adecuada manipulación técnica de los desechos sólidos en las calles y avenidas de la población; derivado de esto es necesario realizar una propuesta que contribuya a la solución del problema, determinando los parámetros técnicos para la implementación de un tren de aseo en el casco urbano.

La implementación del tren de aseo es la solución que se plantea en el presente estudio y está contemplado en el Código Municipal como competencia municipal en el Artículo 68, en lo referente a la limpieza y ornato, por lo tanto, le corresponde a la municipalidad de Patzicía darle solución a esta problemática, además se enfoca a las líneas de investigación de la maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal, el tema se inscribe lo que atañe a los servicios e infraestructura.

El problema se ve reflejado en el casco urbano donde las personas tiran y acumulan desechos sólidos, propiciando con esto la obstrucción de tragantes principales, lo que ocasiona que el agua no fluya normalmente en los drenajes en tiempos de lluvia, mientras que en general el problema se vincula con el ornato y la contaminación del ambiente.

Es de gran importancia darle solución a este problema para que el casco urbano del municipio de Patzicía se encuentre libre de desechos sólidos, además que cuente con un sistema de tren de aseo que aporte para el desarrollo municipal y ambiental de la población, teniendo como beneficios

calles y drenajes limpios y una empresa municipal de limpieza que sirva de estímulo para otros proyectos que generen ingresos a la municipalidad.

El diseño del tren de aseo se implementará en las 4 zonas del casco urbano de Patzicía, focalizando puntos estratégicos para el recorrido y recolección, incorporando el recurso humano necesario, además de incluir el material y equipo para dicha operación, garantizando la factibilidad en gasto y tiempo. El resultado de la investigación se ordena de acuerdo a capítulos, los cuales contendrán la descripción y hallazgos importantes acerca del objeto de estudio. Se considera que se requerirán cuatro capítulos.

En el Capítulo I, se hace un análisis y síntesis de documentos brindados por especialistas, quienes impartieron cátedra durante el desarrollo de la Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal. Se presenta una aproximación teórica, en donde se realiza una vinculación a los distintos problemas de las municipalidades, el cual hace referencia a la descripción de las formas más adecuadas de la manipulación los desechos sólidos.

En el capítulo dos, se plantealos parámetros técnicos que se deben implementar en un tren de aseo, específicamente para el casco urbano del Municipio, finalizando con una propuesta para que sea implementada por la municipalidad. En el capítulo tres, se caracteriza el problema de los desechos sólidos dentro del casco urbano de Patzicía, Con lo cual se conocerá a profundidad la problemática y las opciones más viables para la propuesta de solución.

En el capítulo cuatro, se presenta la propuesta del tren de aseo, estableciendo los métodos de recolección y transporte, rutas, horarios, además se establecerán el presupuesto, equipo y capacitaciones para el personal involucrado.

1. ASPECTOS TEÓRICOS EN EL DESARROLLO MUNICIPAL DE PATZICIA

Según la Real Academia Española la definición de desarrollo es: acción y efecto de desarrollarse, ahora si lo interpretamos como desarrollo municipal se entendería como una evolución de un municipio para buscar mejores niveles de vida en los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales.

Dentro de los aspectos teóricos de desarrollo se puede decir que Patzicía cuenta con pocos planes de desarrollo municipal que son estructurados por todos los actores especialistas dentro de la población, dichos planes tienen un enfoque territorial y pocas normativas de ley, donde el gobierno local no asume su responsabilidad para atender las diferentes necesidades de su población.

Uno de los principales objetivos para que estos planes se cumplan es optimizar, gestionar e implementar los servicios básicos en el municipio.

Dentro de los pocos precedentes que los gobiernos locales anteriores han realizado para poder alcanzar dichos objetivos se pueden mencionar:

- El fortalecimiento del sistema educativo.
- Colaboración con los servicios de salud.
- Tratar de mejorar la cobertura del agua y servicios básicos.
- Tratar de mejorar el medio ambiente.

Lo anterior tiene como único propósito contribuir con el desarrollo integral a nivel urbano y rural del municipio.

Dichos objetivos están plasmados, pero poco ejecutados, lo que repercute en que el Plan de Desarrollo Municipal no se esté cumpliendo, haciendo menos eficiente a la municipalidad y poco responsable a la población por no involucrarse directamente, esto a consecuencia del desconocimiento que tienen de lo establecido en el Código Municipal sobre derechos y obligaciones de la comunidad.

El manejo técnico de los desechos sólidos con la implementación de un tren de aseo como servicio municipal representa un objetivo importante además de un derecho de la población y una obligación de las autoridades municipales parte importante del desarrollo municipal de Patzicia.

Lamentablemente en la mayoría de Planes Municipales a nivel nacional se menciona este tipo de servicio, pero no se ejecutan diagnósticos ni estudios que demuestren que la implementación es una necesidad a nivel municipal.

El municipio cuenta con poca documentación teórica sobre posibles soluciones, para mejorar los servicios municipales desde sus diferentes puntos de vista en los aspectos como la económica, la administración, la inversión y el financiamiento, además no se han realizado diagnósticos que sirven de base para mejorar el desarrollo local.

El desarrollo municipal comienza con informarse sobre la historia y el origen en todos los aspectos importantes que rigen un territorio, esto con el único fin de que se cumplan posteriormente los objetivos descritos en los planes, leyes y demás documentos que un gobierno local redacta y que debería de cumplir.

1.1. Reseña histórica del Municipio

Según el Plan de Desarrollo Municipal el municipio de Patzicia fue fundado en el siglo XII y forma parte de la etnia Kacqchiquel, además describe que etimológicamente la palabra Patzicia viene de la lengua Kacqchiquel y las expresiones Tz`i, ya `que significa perro de agua.

Patricia está situada en el occidente del país a unos 72 kilómetros de la capital, un dato curioso es que es el municipio más céntrico dentro de la región ya que sus vías de comunicación son muy transitadas por contar con la carretera interamericana por lo cual genera mucho comercio.

Dentro de sus acontecimientos más importantes destacan el Acta de Patzicia y el enfrentamiento entre sus pobladores el 20 de Octubre de 1944. La población de Patzicia es en su mayoría de origen indígena, católica y agricultora. El municipio cuenta con un sinnúmero de recursos que sabiéndolos producir daría un desarrollo integral a la población.

1.2. Análisis de la Legislación Municipal en Desechos Sólidos y la influencia de los Consejos de Desarrollo

De conformidad con la Constitución Política de la República, el Estado se organiza para proteger a la persona y familia y el fin supremo es el bien común, paralelo a esto la Constitución reconoce el nivel de gobierno municipal para que por autonomía este se promueva para el desarrollo integral y el cumplimiento de sus fines dentro del municipio y este a su vez respete la legislación municipal de acuerdo a las necesidades y recursos.

Dentro de esta legislación municipal destacan dos elementos principales siendo estos la población y el territorio tal como lo establece el Artículo 8 del

Código Municipal. La población con sus derechos, de donde sobresale el derecho a solicitar la prestación del servicio público y la obligación de contribuir a los gastos públicos municipales como lo dicta el Artículo 17 del Código Municipal, interpretado como: “Yo exijo porque pago”.

Uno de los servicios poco atendidos dentro del municipio de Patzicia departamento de Chimaltenango, es la manipulación de los desechos sólidos en las calles y avenidas de la población y por consiguiente la falta de un tren de aseo en el casco urbano que cumpla con los requisitos establecidos para que este sea eficiente, esto a consecuencia que el gobierno local no aplica lo que el Código Municipal le manda, contribuir con la limpieza y el ornato, en este caso del casco urbano, además verificando el organigrama de la municipalidad no esta bien definido un departamento que se dedique a darle solución a este tipo de problemática en este caso el departamento de servicios. (Ver anexo 8).

Es lamentable que el gobierno local tome una postura de indiferencia a las leyes ambientales y accione poco y como es debido, también es lamentable observar que el transeúnte contribuya a generar más contaminación tirando desechos sólidos en las calles sin respetar leyes, contribuyendo más al problema. Lo anterior trae como consecuencia que el problema de los desechos sólidos esté muy reflejado en este municipio y la mayoría de municipios de Guatemala, este problema no se le ha dado una solución definitiva, ya que el país no cuenta con leyes claras, además de la débil aplicación de las mismas, por lo mismo están causando impactos negativos para el desarrollo de los municipios. A continuación se hace un resumen de investigación de la principal legislación sobre desechos sólidos:

Tabla I. Legislación de los desechos sólidos

LEY	DECRETO	RESPONSABLE	APLICACION
Código Civil	Decreto de ley 106 del Congreso de la República de Guatemala.	De observancia general.	Sancionar por arrojar basura en las calles o sitios públicos, fuentes o abrevaderos.
Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente	Decreto 68-86	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	Exige las evaluaciones de Impacto ambiental para las actividades productivas y vela por la localidad ambiental a nivel nacional.
Código municipal	Decreto 12-2002	Municipalidades del país	Asigna la principal responsabilidad por la buena gestión de los desechos sólidos a las municipalidades
Consejo nacional para el manejo de los desechos sólidos	Acuerdo gubernativo 700-97	Ministerio de ambiente y recursos naturales, ministerio de salud, INFOM, USAC, INGUAT, AMSA y SEGEPLAN	Comisión interinstitucional de carácter asesor al ministerio en materia de gestión de los desechos sólidos.
Decreto 1004 del Congreso de la República	Decreto 1004 del Congreso de la República	Ministerio de Agricultura	Prohibición de descargar aguas servidas, substancias vegetales o químicas y desechos en los ríos o lagos.
Código de Salud	Decreto 90-97	Ministerio de Salud	En la sección IV capitulo IV regula todo lo relativo al manejo de los desechos sólidos

Fuente: Instituto de Incidencia Ambiental, Universidad Rafael Landívar.

La integración de estas leyes para la debida manipulación de los desechos sólidos es esencial para el logro del desarrollo municipal, porque contribuye a mejorar el medio ambiente, lo que traerá como beneficio la apertura de turismo, además de contar con una empresa sostenible municipal para aumentar la recaudación de ingresos propios del gobierno local.

Con la implementación, regulación y una administración municipal de calidad de este servicio, las personas individuales podrán contar con un municipio limpio y desarrollado con acceso a mejores condiciones de vida.

Además al respecto y aplicación de las leyes, toda administración municipal tiene que tener claro que para brindar un servicio público de calidad tiene que basarse en 3 puntos principales:

- Las necesidades y demandas en general, según las exigencias y situación que vive la comunidad.
- Ser más auto sostenible y tener gestión para adquirir recursos así solventar las necesidades municipales.
- Contar con una planeación completa para que se llegue al desarrollo municipal deseado.

Con la adaptación de estos tres puntos en los servicios básicos y principalmente en el manejo adecuado de desechos sólidos en el municipio, se obtendrá al final un servicio eficiente, como parte de las competencias municipales y como respeto a las leyes ambientales.

En el análisis del Código Municipal, en lo que se refiere a Competencias Municipales, se hace referencia que es obligación de la municipalidad proponer planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y

disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final, por lo tanto, es necesario hacer frente a este problema.

Sin embargo, no es solo de dictar y hacer planes de desechos sólidos o trenes de aseo, lo que se necesita es que estos procesos se respeten y se cumplan, lo cual sucede poco, esto a consecuencia que en las calles y avenidas de la población los transeúntes por falta de conocimiento legal tiran por todos lados la basura, lo que produce una violación a las leyes del medio ambiente.

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Patzicía, (COMUDE-SEGEPLAN, 2010), en la parte de saneamiento ambiental, el 88 % de las viviendas hace mal uso de los desechos sólidos, esto va relacionado con el ornato urbano, ya que ese mal uso es tirar la basura en la calle, debido a la inexistencia de un tren de aseo, que carece de financiamiento además de poco interés.

Dicho Plan hace énfasis en que no existe sensibilización de las personas en cuanto a la protección, preservación y respeto a las leyes sobre medio ambiente del municipio.

El mismo plan expone que es importante y urgente la implementación de sistemas de recolección de desechos sólidos, tratamiento y sensibilización a la población en cuanto a la forma adecuada de eliminar los mismos.

Los desechos sólidos son temas de poca discusión municipal, hay mucha indiferencia tanto del gobierno local como de los vecinos en ponerse de acuerdo en organizarse para proponer proyectos de dicha índole.

La Ley de los consejos de desarrollo urbano y rural propone una organización de consejos de primer y segundo nivel, para implementar

planes, proyectos y políticas de desarrollo, tomando como base las necesidades básicas de estos consejos de desarrollo comunitario, el principal objetivo es incorporar estos grupos para que se resuelvan los problemas en este caso ambientales como lo son la mala manipulación de desechos sólidos y que se logren consensos para el desarrollo del municipio.

En la actualidad en el municipio se carece primero de un marco legal claro de desechos sólidos, segundo son pocos los programas y proyectos que existen sobre recolección y transporte de residuos sólidos como lo propone los Consejos de Desarrollo a consecuencia de la poca participación ciudadana y tercero los desacuerdos políticos que no han encontrado el camino correcto para establecer un funcionamiento efectivo en temas ambientales.

Al momento de una buena comunicación, el respeto y cumplimiento a las leyes municipales, la implementación de programas y proyectos para combatir la generación de desechos sólidos en las calles y avenidas del municipio, traerá un desarrollo sustentable, además se aprovecharán los recursos positivamente para hacer frente al desafío de diseñar un futuro más racional, estable, equitativo y poder vivir en un medio ambiente más sano.

1.3. Gestión y Educación Ambiental Municipal

La gestión ambiental forma parte de una administración consciente de los recursos naturales, específicamente del municipio, que el mismo alcance un grado de sostenibilidad y así hacer frente a los efectos de deterioro y contaminación, esto con la colaboración, participación y conciencia de la población.

Cada municipio tiene un perfil ambiental único, con sus ventajas y problemas, pero a veces los grandes problemas detectados no se les dan la debida resolución, primero por falta de educación y sensibilización ambiental y segundo porque no existen diagnósticos previos y estudios ambientales.

En el municipio de Patzicia no existe sensibilización por parte de la población en cuanto a la colaboración y participación positiva a mantener el medio ambiente y los recursos naturales, por lo que hay que implementar programas de educación donde la población conozca temas de contaminación, principalmente los causados por la generación de los desechos sólidos en las calles y avenidas, además de generar conciencia para que este tipo de contaminación se reduzca en el municipio.

El diagnóstico ambiental es una herramienta muy importante para la reducción de contaminación, porque facilita una mejor gestión de los problemas específicos, al tener una perspectiva ambiental más concreta se utilizan mejor los recursos existentes y por lo mismo se desarrollan mejores proyectos.

Según la asociación Chilena de municipalidades el diagnóstico ambiental consiste en estudiar el conjunto de características y síntomas ambientales manifestados en una localidad.

Ya contando con los síntomas principales se utiliza la información para generar un listado de los principales problemas percibidos por el municipio y la comunidad organizada, que sirve de base para la preparación y articulación de estrategias de gestión ambiental local donde se contemplen medidas de mejoramiento y prevención por medio de una adecuada educación y ejecución de proyectos ambientales.

Es necesario reflexionar en el actuar y considerar que la educación es un elemento primordial que permite fortalecer las vías para incidir en los comportamientos de una sociedad a nivel individual o colectivo, en beneficio del medio ambiente.

La educación ambiental permite que los recursos se utilicen en buena forma, Patzicía cuenta con recursos naturales que son propicios para poderlos explotar con equidad, el clima y su precipitación pluvial le permite tener condiciones ambientales que sirvan de beneficio y que no generen contaminación.

La contaminación ambiental se ha convertido en un punto amenazante para la población, la exposición de basura regada en las calles y avenidas es parte de esta amenaza que cada día se ha incrementado más en el municipio, provocando que drenajes y alcantarillados colapsen y repercutan en el ornato teniendo latente la amenaza de enfermedades, por lo mismo es necesario la implementación de programas y proyectos ambientales que mantenga limpias las calles para darle un mejor rostro al municipio en pro de incrementar los ingresos en turismo y educación y que el impacto ambiental de la contaminación disminuya.

El fin principal de hacer un análisis de situación ambiental, es dar educación a su población de los recursos que tiene, sin educación no serviría introducir proyectos tales como la manipulación de los desechos sólidos para mantener las calles limpias, sin educación el transeúnte es negligente en seguir tirando la basura en la calle, por esto hay que enseñar para poder aprender y ser responsable con el ambiente.

La identificación de un ambiente limpio en el municipio principalmente en las calles y avenidas es una responsabilidad primero de la comunidad y después de la municipalidad, aquí cabe mencionar que si no se cuenta con voluntad política de las autoridades locales para resolver los problemas de basura, es necesario que los vecinos gestionen con otras instancias y se logren acuerdos en temas ambientales para el desarrollo positivo general y específico, como parte de la responsabilidad ciudadana.

Con esto, se pretende que los vecinos y municipalidad lleguen a acuerdos para solucionar los problemas ambientales en el municipio, por medio de un análisis de cómo está la cultura y educación, si esta es de calidad o si se está desarrollando el manejo ambiental adecuado.

Cesar Barrientos en su libro: Utopía necesaria expresa: “Para las estrategias ambientales se tienen que involucrar ciudadanos, organizaciones, municipalidad, organismos estatales y constituirse el tema en desechos sólidos en uno o varios programas interrelacionados entre sí”

1.4. Ordenamiento Territorial Municipal

El territorio se puede considerar como un espacio geográfico que ha sido poblado y apropiado por un grupo de personas que generan relaciones sociales para buscar propósitos y objetivos factibles para su desarrollo.

Pero el territorio significa más que un espacio físico, es un sistema complejo donde interactúan factores como educación, economía y medio ambiente entre otros.

Si al territorio le agregamos ordenamiento territorial se convierte en un proceso donde la principal idea es la participación de todos para darle solución a problemas económicos sociales, ambientales y demás, por medio de aprovechar las potencialidades y garantizar la sostenibilidad, todo esto adecuado a un plan técnico para conseguir los objetivos plasmados.

Guatemala cuenta con una guía para la elaboración de un Plan de Ordenamiento Territorial, elaborada por SEGEPLAN, el objetivo de esta guía es acompañar técnicamente a los municipios en el proceso de formulación de sus Planes de Ordenamiento Territorial, tomando como partida las experiencias piloto que se han desarrollado en el país.

Para un plan de ordenamiento territorial, el municipio tiene que contar con una base de datos georeferenciada relacionada a la dotación de servicios básicos, a las denominadas líneas vitales, aquí destacamos el tema de investigación que es la red de colección de desechos y un mapa de las áreas utilizadas para la transportación y disposición de los residuos sólidos, considerando su capacidad, vida útil, modalidad y tratamiento de los desechos sólidos.

Patzicia debido a su ubicación geográfica, cuenta con grandes oportunidades de desarrollo, además de muchas ventajas, ya que por su cercanía a otros municipios puede resolver de manera integral los problemas que consigan soluciones factibles y beneficios generales, respaldándose en un ordenamiento territorial adecuado, el cual está poco documentado.

¿Para qué le va a servir el ordenamiento territorial al municipio?

- Contribuye a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, aprovechando los recursos naturales y el ambiente de una forma seria y responsable.
- Mejora la distribución de la inversión pública.
- Identificar de mejor manera las necesidades de la población, además de disminuirlas.
- Mejorar la capacidad del gobierno local a proveer con eficiencia los servicios básicos, este punto es muy importante ya que por medio del ordenamiento territorial se conoce mejor qué servicio se puede dar a la población y que sea de calidad.

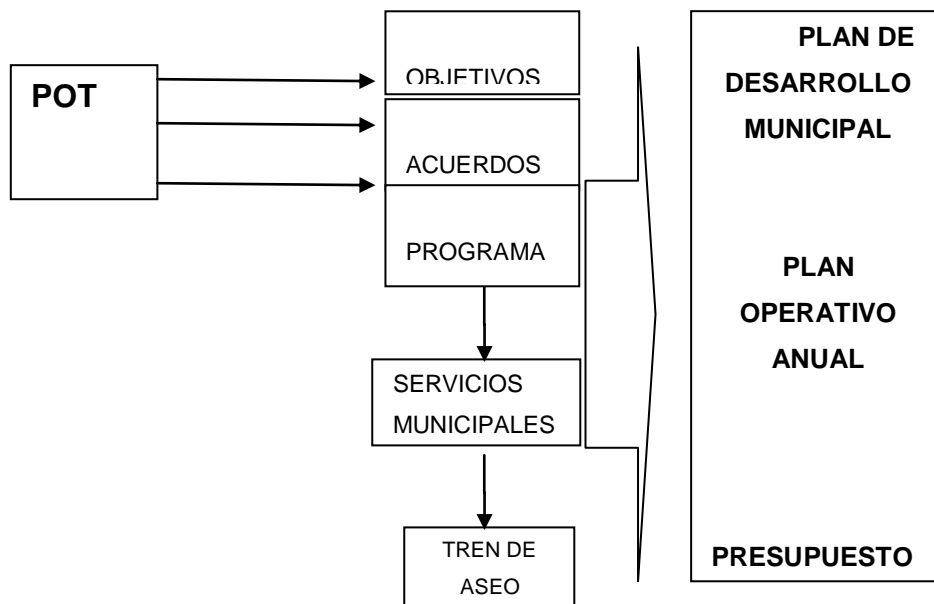
Lo anterior, el gobierno local lo tiene que adaptar como punto de partida para su ordenamiento territorial.

Dentro de los principios del ordenamiento territorial esta la responsabilidad de garantizar un ambiente saludable por medio del aprovechamiento de los recursos existentes, mitigando las necesidades de planificación urbanística.

Una de estas necesidades es la de manejar técnicamente los desechos sólidos además de regularizar su generación, que se establezca por medio de un plan el denominado POT (Plan de Ordenamiento Territorial).

La vinculación del POT al tema de servicios básicos y en especial a la implementación de un tren de aseo en Patzicia es muy importante si se conocen los recursos legales que se tienen para hacer esta vinculación que podría quedar de la siguiente forma:

Figura 1. **Vinculación del plan de ordenamiento territorial a los servicios municipales**



Fuente: elaboración propia.

Explicación de esquema: el plan de ordenamiento territorial está compuesto por objetivos, acuerdos y programas, lo cual tiene una relación directa con los servicios municipales entre el que destaca el Tren de Aseo, tiene que estar contenido en el plan de desarrollo municipal, el plan operativo anual y el presupuesto, toda esta relación da como resultado un servicio de calidad y eficiente.

La vinculación del POT a los servicios municipales es de gran importancia para los actores territoriales que son los más interesados porque desarrollan actividades dentro del territorio y que tienen influencia sobre el mismo.

El ordenamiento territorial es una herramienta poderosa para los gobiernos locales que le da una perspectiva de cómo está su territorio y cómo poderlo acentuar para brindar servicios municipales eficientes y una administración de calidad y continuidad.

1.5. Administración de Redes de Servicios Municipales

La responsabilidad de la administración y gestión de los servicios recae y es desarrollada por un grupo de instituciones y organismos tanto a nivel nacional como municipal, presentando acciones inmediatas tanto en el casco urbano como en el área rural.

El problema general es que cada una de estas instituciones y organismos tienen poco claro las funciones directas para prestar los servicios básicos principalmente en el área municipal, tampoco hay una coordinación eficiente que permitan optimizar los recursos, por lo mismo existe una mala crítica de la situación que viven los servicios públicos en las áreas urbanas municipales.

Entre la red de servicios públicos municipales está el manejo técnico de los desechos sólidos en las calles municipales, en este sentido, Patricia carece de un ente rector que dirija o planifique dicho sistema, además que para las autoridades en turno es un tema de muy poco interés, por lo mismo no hay la suficiente voluntad política para solucionarlo y poco financiamiento en programas y proyectos como lo representa un tren de aseo municipal.

El tren de aseo municipal es un tema bastante complicado, pero urgente en los municipios, el principal objetivo es contar con un servicio eficiente y continuo.

El servicio de agua, la energía eléctrica pública el transporte son problemas mejores atendidos que el servicio de limpieza pública esto a consecuencia que son problemas vistos tradicionalmente de tipo político, además para la población, el agua, el sistema de drenaje domiciliario y el alumbrado público, significan más importantes, debido a que son servicios de interés más específicos esto a consecuencia de que un hogar sin agua u otro tipo de servicio priorizado se vuelve un problema familiar y se toman medidas inmediatas por intereses propios, mientras que la basura en las calles del municipio es un problema que tiene que resolver la municipalidad no es responsabilidad del vecino. (Se deja claro que el agua es un servicio prioritario en cualquier municipio).

El problema de la basura en las calles es una obligación de resolverse entre municipalidad y vecinos, porque perjudica a los dos por igual, a la municipalidad le significa tapado de alcantarillados y tragantes que en tiempos de lluvia influyen en inundaciones y deterioro de la red vial, además de que el municipio se vuelva poco atractivo para los turistas y muy desagradable para el transeúnte, por su parte al vecino le perjudica en la contaminación de su medio ambiente y problemas de salud, de allí que se vuelva responsabilidad de todos y no solamente de unos.

Ahora bien la administración eficiente de redes de servicios es un enfoque técnico que depende mucho de la municipalidad con ayuda del vecino, esto con el fin que no ocasionen gastos significativos porque los recursos son muy limitados y muchas las necesidades, por lo cual la inversión en proyectos de esta índole debe ser más técnica que política.

1.6. Formulación dinámica de proyectos de Ingeniería

Dentro de la municipalidad, los proyectos de inversión producen un bien o un servicio útil a los vecinos que sabiéndolos administrar generan más proyectos para el desarrollo integral del municipio. La formulación de proyectos de gestión de desechos sólidos produce bienestar a todo un municipio en la parte ambiental, salud y turismo.

Este tipo de proyectos debe focalizarse desde varios tipos de vista:

- Como una obligación de la municipalidad en el ornato del municipio, según lo establece el Código Municipal.
- Para mantener un ambiente limpio y adecuado en las calles del municipio.
- Inversión en el proyecto de tren de aseo para generar más proyectos.
- Darle el manejo técnico adecuado a los desechos sólidos.

En el Plan de Gobierno Municipal se identifica claramente el problema, pero no se ha desarrollado e invertido en ningún tipo de proyecto para darle solución, lo cual lo expone de la siguiente manera:

Tabla II. **Priorización de la problemática de los desechos sólidos**

PROBLEMATICA	PRIORIDAD DEL GOBIERNO LOCAL	PRIORIZACION CONJUNTA
No existe ningún sistema de recolección de basura municipal o privado en el municipio	Insuficiente infraestructura urbana o rural	Insuficiente infraestructura física.

Fuente: DMP Patzicia 2012.

Analizando el cuadro anterior el sistema de recolección de basura requiere de un estudio técnico, no solo se trata de la insuficiencia de infraestructura física si no de verificar y analizar conjuntamente con la Dirección Financiera de donde se pueden obtener fondos para la inversión de estos proyectos, aquí es donde destaca la eficiencia de toda municipalidad para formular proyectos viables.

Es común el caso que no hay suficientes fondos, pero un gobierno local responsable gestiona con otras instituciones ya sean estas públicas y privadas para que se introduzcan este tipo de proyectos.

Con estos proyectos se pretende que el beneficio sea social y económico, explicó:

Cuando se implementa los proyectos de gestión de los desechos sólidos por medio de un tren de aseo se contribuye a la salud, lo que quiere decir más vecinos saludables, cuando hay vecinos saludables hay mayor capacidad de generar trabajo lo cual significa más ingresos familiares, por lo tanto, más oportunidad de pagar servicios municipales, lo que genera ingresos al gobierno local, lo que significa desarrollar y ejecutar más proyectos.

Pero si la municipalidad no formula ni gestiona proyectos técnicos de esta índole, la problemática no va ser resuelta, no van a generar ingresos y no hay desarrollo integral en la población.

Los proyectos de ingeniería son muy necesarios para el desarrollo municipal, máxime si se trata de proyectos para beneficio ambiental como lo el manejo técnico de los desechos sólidos.

1.7. Financiamiento, inversión y desarrollo

La base de toda municipalidad sostenible, no es solo la administración de recurso que recibe del gobierno central, si no de buscar las mejores opciones de obtener financiamiento y poner en el mercado a su comunidad como una región de inversión para realizar proyectos que generen desarrollo local.

Para lo anterior, la municipalidad tiene que implementar herramientas que le sirvan para crear fondos para proyectos que sean de beneficio para la población, además de hacer las respectivas gestiones para conseguir ayuda de diferentes entes ya sean privados o públicos.

La gestión es esencial, si el recurso propio no es suficiente, se deben de buscar más opciones entre las que podemos mencionar:

- Donaciones y aportes de por participación ciudadana.
- Acuerdos con instituciones tanto públicas como privadas.
- Financiamiento por incremento a la recaudación y uso adecuado de los recursos financieros.
- Créditos, tanto públicos como privados, condicionando su uso a inversión en infraestructura y programas sociales.

Cualquier municipalidad eficiente tiene que contar con financiamiento y criterio de inversión, de lo contrario provocaría molestia en la población, ya que no cumple en brindar servicios con eficiencia.

Sin embargo, el poco financiamiento a nivel gobierno local es muy común en la mayoría de municipios, esto se debe a muchas causas, una de ellas es el paternalismo que el gobierno central tiene en los gobiernos locales, el mayor

porcentaje de ingresos que obtiene la municipalidad es otorgado por el situado constitucional, lo que vuelve muy contradictorio el concepto de autonomía municipal, en este sentido las municipalidades exigen bastante apoyo del gobierno central dejando por un lado la independencia y el esfuerzo de incremento de ingresos propios, interpretando de mejor manera las municipalidades movilizan muy poco sus recursos locales.

“La razón básica de no contar con recursos se encuentra en un estilo de desarrollo concentrador, clientelista y paternal, que no incentiva la búsqueda, generación y movilización de recursos locales”. M, Rosales (1995).

Una forma de inversión efectiva es otorgar el servicio público, pero recibir a cambio recurso por ese servicio, un ejemplo sería: implantar un servicio de tren de aseo municipal que sea efectivo que sea auto sostenible y que no sea subsidiado.

El subsidio a los servicios públicos carece de suficiente argumento, porque se beneficia más a un sector que otro, además que pierden credibilidad, se vuelven ineficientes y no cubren en un alto porcentaje a la población.

La municipalidad tiene que crear un sistema donde la comunidad sea un foco de atracción de más inversión y menos subsidio, por medio de:

- Localización de proyectos y actividades que sean una inversión favorable.
- Atracción de inversión de otros municipios.
- Crear un entorno legal municipal seguro.
- Generar proyectos sostenibles y confiables.

- Contar con personal técnico que sean capaces de dirigir y mantener proyectos de inversión.

-

La fórmula para la inversión municipal es: que se inviertan en proyectos factibles donde participe la comunidad, un empoderamiento de los gobiernos locales y comunitarios. Los proyectos como manejo de desecho sólidos en los tiempos actuales se convierten en urgencias municipales, porque si no se generan, las municipalidades caen en gran riesgo contrarrestar en forma negativa el medio ambiente y la salud, además de no cumplir con las leyes del medio ambiente perdiendo financiamientos que podrían mitigar sus necesidades locales.

El financiamiento es gestionado, los gobiernos locales no pueden esperar que el gobierno central designe fondos para su funcionamiento, tiene que adoptar estrategias para mejorar sus ingresos y hacer mejores inversiones municipales.

Esta inversión municipal tiene que ser efectiva, contribuir con proyectos que traigan beneficios, tanto sociales como económicos, que estos sean continuos y también que generen trabajo para personas de la misma población. Las personas por su parte deben de organizarse y presentarse ante el gobierno local con una base legal que le de derecho de adquirir y evaluar los proyectos de inversión que sean necesarios y urgentes.

Para que los proyectos de inversión sean factibles Los COCODES deben ser elegidos democráticamente y no implantados políticamente, además que estos deben de proponer proyectos reales que beneficien a su comunidad y velar que los mismos sean realizados de manera técnica para que el beneficio sea para mucho tiempo.

2. DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES

2.1. Parámetros técnicos de los desechos sólidos

Con el paso del tiempo se han generado una serie de problemas ambientales que han dañado gravemente nuestro planeta, el hombre ha tomado conciencia sobre ello y ha comenzado a preocuparse en buscar una solución adecuada para enfrentarlos.

Uno de los problemas con mayor impacto ambiental en las ciudades y principalmente en las más pequeñas es el mal manejo de los residuos sólidos en las calles, esto sucede porque las personas desconocen técnicamente que son los residuos sólidos y las consecuencias que estos generan, además las autoridades locales no buscan soluciones factibles que ayuden a mitigar el problema.

La gestión de los residuos o desechos sólidos urbanos, se convirtió en una estrategia para minimizar los impactos negativos que causa el inadecuado manejo de los mismos, garantizando en gran medida la sostenibilidad del medio ambiente como un derecho social establecido en la constitución, además de aprovechar estos residuos sólidos urbanos como materia prima para incorporarlos al ciclo productivo, siempre y cuando se conozcan sus potencialidades para su rehusó.

Para enfrentar el problema es necesario saber qué es un desecho sólidos, cómo se clasifican y cuáles son reutilizables y cuáles no, esto con el fin de que se tenga un buen manejo técnico de los mismos.

En una investigación hecha por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales CEUR (1996) que exponen la situación de la basura en Guatemala, presenta un concepto claro de lo que es residuo o desecho sólido urbano: DSU (Desecho, Sólido Urbano) explica que: son aquellos generados por cualquier actividad en aglomeraciones urbanas. (Pag.13)

El Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, define por su parte aquellos residuos sólidos: son todos aquellos materiales sólidos o semisólidos que son descartados por la naturaleza o por las actividades de la sociedad y que no teniendo una utilidad mediata, son indeseables que pueden causar daños tanto al medio ambiente como a la salud de las personas. (Pág.2)

Existe una estrecha relación entre los desechos sólidos y varios tipos de enfermedades que aumentan a consecuencia del crecimiento demográfico de los centros urbanos, de allí la importancia de conocer cómo tratar los residuos sólidos y el buen manejo técnico de los mismos.

Los desechos sólidos se clasifican en orgánico e inorgánico, los residuos orgánicos son definidos, según la Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en ciudades pequeñas como residuo sólido putrescible, por ejemplo cascaras de fruta, estiércol, malezas y residuo sólido inorgánico es definido como no putrescible por ejemplo vidrio, metal plástico.

Pero sea este un residuo orgánico o inorgánico es tirado por todos lados por los transeúntes en las calles, lo que ha aumentado el problema de los desechos sólidos municipales, principalmente en las zonas urbanas, generando gran cantidad de basura que origina otros problemas como la acumulación de basura en los sistemas de alcantarillados.

El acumulamiento de desechos sólidos en los alcantarillados municipales se debe principalmente a que los pobladores arrojan la basura en las calles, no limpian los alrededores de sus viviendas y simplemente dejan los desechos a la intemperie, terminando estos tapando los alcantarillados, produciendo inundaciones en las calles que ponen en riesgo a la población, provocando caos vial y poco acceso de tránsito.

El estancamiento de desechos sólidos en desagües y alcantarillados produce daños, tanto de infraestructura como daños a la salud del transeúnte. Cuando los alcantarillados se tapan, los residuos y partículas de comida se acumulan y atraen a gran variedad de bichos y roedores que puede crear potenciales de riesgo en la salud.

Las formas y diseños de alcantarillado y de las vías disponen de un diámetro y una pendiente para absorber las aguas servidas, pero al introducirse los sólidos se obstruyen o van a parar a ríos o lagos que son utilizados para actividades humanas, provocando problemas de salud dentro de la población.

En época de invierno el problema es mayor, ya que con la obstrucción de los alcantarillados se producen inundaciones, causado daños y erosiones de suelo que son peligrosos para la circulación peatonal.

Lo anterior sucede porque no hay una educación ambiental adecuada, no existe una preocupación en denunciar, además de una indiferencia de las municipalidades por el ornato de las calles de los pueblos, a esto se suma también el movimiento comercial de la zona que en días clave producen enorme cantidad de basura.

Con el fortalecimiento del servicio del manejo técnico de los desechos sólidos por parte del gobierno local, el problema se puede prevenir, además de fortalecer la promoción y educación en la población.

Ligorria (2004) expone que: uno de los fortalecimientos de las capacidades para reducir riesgos en las municipalidades dentro de las comunidades, son los efectivos servicios públicos que se den, dentro de estos el sistema del manejo técnico de los desechos sólidos, donde se deben incorporar la prevención en la cultura del habitante del municipio.

2.1.1. Impacto ambiental del mal manejo de desechos sólidos

Los desechos sólidos urbanos municipales, la poca fortaleza de las municipalidades y la mala cultura de no poner la basura en su lugar, son parte de un problema ambiental muy reflejado en Guatemala, este problema no se le ha dado una solución definitiva, ya que el país no cuenta con leyes claras y necesarias, por lo mismo están causando impactos ambientales negativos como la contaminación que repercute en el desarrollo de los municipios.

Varios estudios ambientales indican que más del 50 % de la contaminación ambiental en nuestro país es generado por el mal manejo de residuos sólidos, un punto importante es que no son los residuos sólidos el problema, si no el mal manejo de los mismos, donde se origina y a donde van a parar, atentando contra la salud de la población.

El estudio hecho por la Organización Panamericana de la Salud (2006) revela: que más de 98 % del volumen de los desechos sólidos se originó en las actividades productivas tales como la industria cárnica 35 %, la industria química 15 %, la fabricación de productos minerales no metálicos 10 %, los

cultivos no tradicionales 10% y tradicionales 5 %, los hogares generaron poco más del 1 %, los desechos correspondieron principalmente a restos de alimentos 21 %, madera y follaje (19%), papel, cartón, ripio y otros 17 %, caucho, plástico, cuero, telas, vidrios y metales 13 %.

Es interesante mencionar que dicho estudio revela también que el 85 % de los residuos sólidos generados se bota sin ninguna separación o disposición tecnificada en las calles municipales generando gases productores de olores ofensivos, solo el 35 % tiene servicio de recolección de basura (municipal o privado), 35 % la quema lo que genera producción de humos tóxicos y polvo, 16 % la dispone en cualquier lugar emanando malos olores y cambios perceptibles en el aire, 5 % la entierra, 7 % la utiliza para abono o la recicla y 2 % la dispone de otra manera.

Vargas Mantilla (2007), expone que:

En el estudio realizado a 80 municipios de Guatemala el 29 % genera más desechos sólidos, los cuales tira en la calle provocando focos de contaminación que amenaza la salud de la población, lamentablemente está más representado por el estrato socioeconómico bajo. (Pág. 24).

Dentro de este informe sobre desechos sólidos realizado por Vargas Mantilla (2007), llama la atención la caracterización que desarrolla sobre los desechos sólidos domiciliarios y municipales, ya que muestra datos bastante interesantes en donde sobresalen los hábitos de consumo de los distintos grupos sociales.

La costumbre de la población de tirar la basura en las calles municipales tiene que desaparecer, porque pone en riesgo el medio ambiente. La municipalidad debe de adoptar un marketing donde se logre

que el transeúnte contribuya al desarrollo municipal y a disminuir los impactos ambientales negativos, además de colaborar con el sistema de recolección y transporte. Romero (2008) menciona que: la principal característica de un gestor público es impulsar acciones de marketing en lo que se refiere a residuos sólidos en limpieza viaria y para la recogida y tratamiento de los mismos. (Pág 62).

En este sentido la municipalidad no tiene que olvidar el concepto de sostenibilidad y mejoramiento de sus ingresos y el vecino contribuir, ya que así como tiene derechos municipales también tiene obligaciones.

Romero (2008) resalta que desde el punto de vista financiero, “la ley si permite sufragar el coste de este servicio y estudios necesarios a través de tasas, y no con recursos generales, ello implica una mayor identificación del usuario con el servicio, en este caso se produce el principio: Yo pago un precio y tú me proporcionas el servicio”. (Pág. 62)

Antes de proponer un marketing todo gestor público municipal debe de conocer el problema y proponer una solución factible, ya que está en juego el deterioro del medio ambiente y la salud de los habitantes del municipio, la Organización Panamericana de la Salud (2002), hace referencia a que “el deterioro de la salud por el mal manejo de la basura municipal se realiza por el contacto directo o indirecto y expone que la sobrevivencia de microorganismos patógenos en la basura es de aproximadamente 8 días” (Pág. 29).

Esto significa que el ser humano tiene gran contacto con estos microorganismos, o sea que se tiene contacto directo o indirecto con moscas, cucarachas y demás. Lo que generan enfermedades.

La Organización Panamericana de la Salud expone también que en las poblaciones pequeñas muchas veces se arroja basura en cualquier parte, que son focos de contaminación y que pueden causar muchas enfermedades infecciosas que dañan a personas y animales y también provocan olores molestos.

Lo anterior nos da la pauta que los gobiernos principalmente los locales no han sabido cómo enfrentar el tema de los residuos sólidos, por no contar con técnicas, recursos económicos y administrativos para mitigar en gran parte las necesidades demandadas por la población, dejando de lado el beneficio de recibir turistas por no presentar una adecuada estética y presentación del municipio.

El ornato municipal es muy importante, pero no se trata solo de introducir un tren de aseo municipal y llevar todos los desechos sólidos a tirar a cualquier lugar.

Es muy común observar dentro de los municipios que las autoridades buscan cualquier espacio abierto o hondonada para tirar cantidades desechos sólidos sean estos orgánicos e inorgánicos que se producen en su área, no realizando estudios previos ambientales y utilizando cualquier tipo de vehículo para que este se encargue de llevarlos a su destino final, no teniendo en cuenta logística de traslado, transporte inadecuado e ineficientes medidas de seguridad de manipulación, que no ayudan en lo más mínimo a limpiar las calles municipales ni a mitigar las necesidades y demandas de la población.

En las diferentes calles del casco urbano municipal, hay muchos desechos sólidos tirados, además que no se cuenta con un plan de

implementación de un tren de aseo municipal, lo que repercute a una contaminación.

En la actualidad se carecen de programas y proyectos de recolección y transporte de residuos sólidos, Ramírez Hernández (2006) cita: La participación ciudadana no ha encontrado los caminos para iniciar una nueva etapa del manejo de residuos sólidos, esto debido a la falta de programas concretos de participación que completen la operación conjuntamente con las autoridades.

La buena comunicación y el acuerdo entre gobierno local además de la implementación de proyectos traerá un desarrollo sustentable y un ambiente limpio, este ambiente Sánchez y Gándara (2011) lo define como el ambiente es un conjunto de recursos comunes, cuyo manejo demanda modificar y construir nuevas formas de organización social, estructuras de precios relativos, mercados, esquemas regulatorios y políticas públicas, integrando un conjunto de principios orientadores para hacer frente al desafío de diseñar un futuro más racional, estable y equitativo.

Pero como se mencionó, el problema en si no son los desechos sólidos, si no el mal manejo técnico de los mismos. Barrientos (2000), concluye que:

El tratamiento exclusivo del problema de los desechos sólidos y las acciones de manejo y disposición final no garantiza la erradicación del mismo, esto a consecuencia de los sistemas de consumo producción desproporcionados que se generan tanto cuantitativamente como cualitativamente, causando impactos ambientales negativos algunos irreversibles. (Pág. 122)

Para contribuir a mitigar estos impactos ambientales negativos como los desechos sólidos en las calles, se debe incluir el principios de barrido municipal, como se conoce en México, ya que en nuestro país es el llamado tren de aseo municipal, este es muy importante para mantener limpias las calles y avenidas de cualquier ciudad o municipio, funcionando por medio de la ejecución de técnicas establecidas, dependiendo de las condiciones y recursos con el que cada gobierno cuente, el gobierno del México, a través de la Secretaria de Ecología (2002) expone que el barrido es un servicio primario que es parte del sistema de prestación del servicio público de limpieza en un municipio. El barrido de calles y espacios públicos es una práctica usual cuando la población tiene conciencia sanitaria y el gobierno local les brinda los recursos principalmente a los sectores más pobres.

De lo anterior, sobre sale la pobreza, los sectores empobrecidos no cuentan con recursos para el pago de la extracción de desechos por lo que optan por tirarlos en las calles contribuyendo negativamente en el ambiente, con el paisaje y ornato municipal.

Cuando los desechos son tirados en las calles, un tren de aseo contribuye a solucionar esa problemática, pero también debe implementarse una educación ambiental, la municipalidad tiene que aportar el recurso combinado con un estudio de sostenibilidad para crear programas que contribuyan en proyectos que generen ingresos para la municipalidad.

2.1.2. Administración, Financiamiento y Logística de los desechos sólidos

El manejo integral de los desechos sólidos implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los mismos, desde la generación hasta la disposición final, incluyendo los aspectos de segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección, transporte y tratamiento con lo cual se pretende evitar y minimizar la generación de desechos e incrementar el aprovechamiento de estos, además de tomar en cuenta los factores propios de cada localidad para asegurar la sostenibilidad y los beneficios. El servicio de limpieza debe de reunir las siguientes características:

Tabla III. **Características del servicio de limpieza**

ASPECTOS	DESCRIPCION
Técnico	Fácil implementación, operación y mantenimiento sencillo, uso de recursos humanos y materiales de la zona; desde la producción hasta la disposición final.
Social	Fomenta los hábitos positivos de la población y desalienta los negativos; es participativo y promueve la participación del municipio.
Económico	Costo de implementación.
Salud	Prevención de enfermedades
Ambiental	Evita impactos negativos en las calles y avenidas.

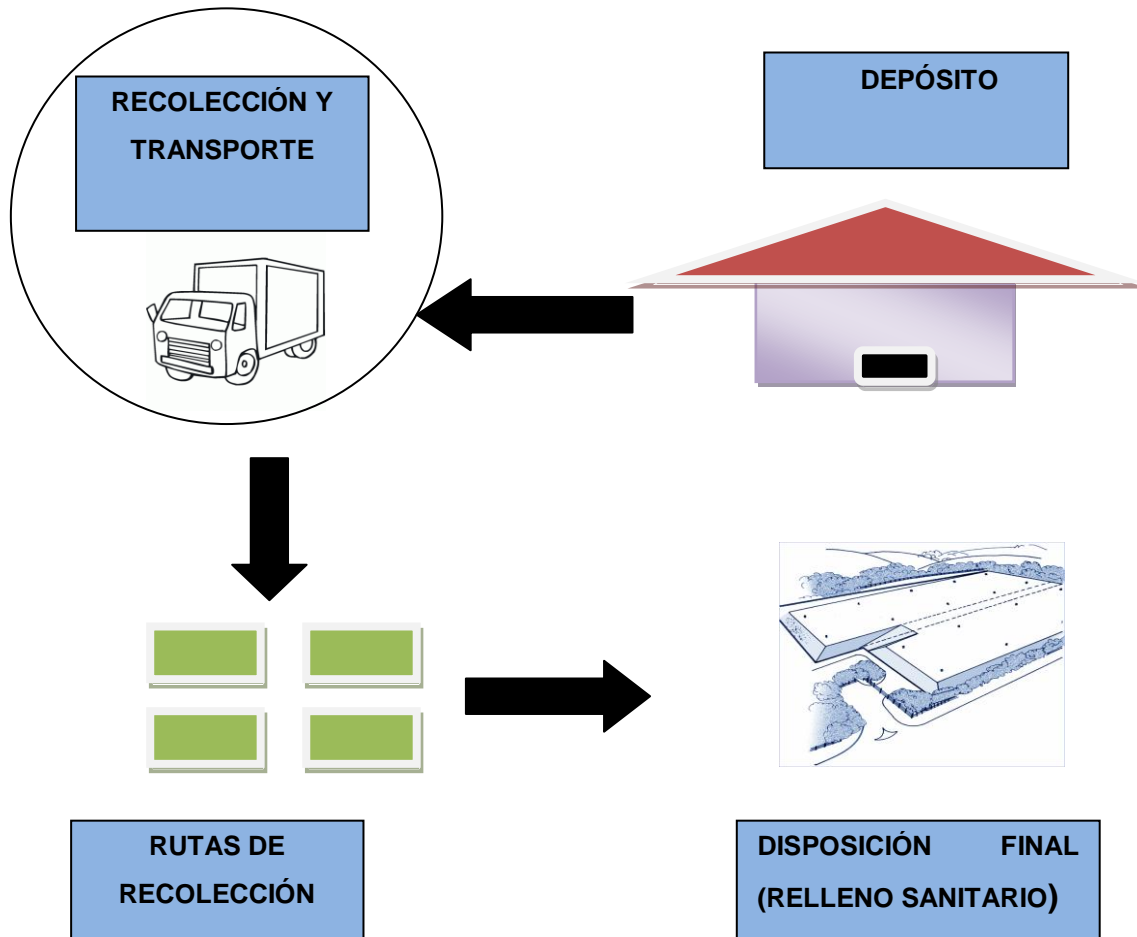
Fuente: Guía de desechos sólidos. (1995)

El tren de aseo es importante para cualquier región de toda nación, por esto mismo es imprescindible para evaluar esta situación, saber qué es lo que se requiere para que este funcione como se espera.

López Garrido (1998). Expone que: el servicio de recogida y transporte suele hacerse por medio de camiones más o menos estancos, que hacen su recorrido por las calles de los núcleos urbanos. Para organizar un servicio de este tipo se requiere conocer los tonelajes de recogida diaria durante un año y también los promedios en invierno y en verano, ya que suelen ser diferentes. También se necesita conocer los puntos de recogida, planos de calles, los vehículos más apropiados y el tipo de cubos o container a utilizar según las características de la población.

A nivel internacional se han hecho varios estudios sobre el transporte y recolección de los desechos sólidos llamando la atención el análisis del sistema de recolección de basura en la zona urbana del Municipio de San Pedro Cholula de México, mediante la aplicación de un modelo de ruteo de vehículos con capacidad, hecho por Bangala Garces y Osorio Lama (2011), en donde describen la teoría del ruteo de los vehículos, la cual propone una metodología de ruta ordenada y sistemática que permita incluir herramientas tecnológicas adecuadas, para facilitar a los operadores su organización. Lo importante de esto es que puede optimizar tiempo y costo que es lo que las municipalidades buscan.

Figura 2. Representación de un sistema de recolección



Fuente: elaboración propia.

La investigación hecha por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales (1996), indica que la recolección de residuos sólidos fue objeto de regulación jurídica desde el siglo pasado. Una de las primeras normas la constituyó el Decreto Ley No. 10 del 3 de diciembre de 1832, que afirmó: “El jefe del estado de Guatemala autorizado para dictar medidas de la policía y salubridad, y con anuncios de que se puede introducirse en el Estado el

cólera morbus epidémica; decreta (...) 3º. Por estos bandos se ordenará: 1º. La limpieza de todas las calles, plazas y lugares públicos de manera que en ellos no existan inmundicias, basura....”

En el estudio hecho por Campos Gómez (2000), expone cómo se debe recolectar los residuos sólidos municipales en las calles, mediante una serie de sistemas y estaciones de transferencias, haciendo las debidas recomendaciones para minimizar el impacto ambiental.

Dentro de estos estudios es necesario realizar muestreos y cálculos de volúmenes de desechos sólidos urbanos, Morales Villareal (2000: pág. 223), realiza una serie de cálculos para la estimación de volúmenes de desechos que se pueden generar dentro de un sector, destacando en la formula producción diaria y semanal de la generación de desechos, así también otorga una opción de clasificación de basura dentro del domicilio por medio de clasificación en bolsas de colores y facilitar el transporte y disposición final. (Véase la figura)

Figura 3. **Clasificación domiciliar de la basura**



Fuente: Lirón Peer (2011)

El tren de aseo es parte de una gestión municipal en donde se recogen los desechos sólidos que se encuentran en las calles y se trasladan a un vertedero o planta de tratamiento, en donde se encuentra un centro de acopio y selección, conjuntamente con esto es necesario la participación de la sociedad donde se colabore para minimizar en gran medida la generación de desechos sólidos en las calles municipales.

Se deben de tomar en cuenta las técnicas de análisis, discriminando todo aquello que no se relacione con el objeto de estudio, como primer paso se requiere de un análisis bibliográfico para cumplir con los objetivos de caracterizar y poseer información técnica adecuada y necesaria.

Hay varias herramientas básicas para cálculos de desechos y volúmenes para la recolección y el transporte de desechos sólidos, además de la logística que se utiliza para determinar qué días y horarios se deben proponer, esto para no hacer recorridos que represente gastos de más a la municipalidad, además de tener en cuenta que sean días donde se

encuentre mayor cantidad de desechos sólidos, analizando los días menos transitados para evitar todo tipo de accidentes, principalmente con niños.

En las calles de los municipios según estudios técnicos prevalece más los residuos sólidos inorgánicos esto a consecuencia del incremento del comercio y la industria, los residuos orgánicos son más comunes en zonas de mercados en días específicos, se debe de tomar en cuenta que no todos los residuos sólidos tienen las mismas características, estas dependen de la actividad y fuente que los genera y es conveniente conocer el tipo y volumen de residuos que produce cada actividad.

Dentro del municipio las fuentes que producen residuos sólidos con características peculiares son:

- Hogares.
- Mercados y ferias.
- Hospitales.
- Colegios.
- Rastros.
- La agricultura.
- La Ganadería.
- Otros (minería que no es muy común, artesanía, industria)

La Organización Panamericana de la Salud (2009) expone que la composición física de los residuos sólidos municipales está caracterizada por un alto porcentaje de materia orgánica (entre 50 y 70% del total de sus residuos), lo que se traduce en mayor contenido de humedad con valores que fluctúan entre 35 y 55 %; el resto es papel, cartón, vidrio, metales, plásticos y material inerte, entre otros, la composición química no reviste mayor atención en el sistema de recolección.

Cuando se desea implementar un sistema de recolección municipal, es necesario estimar la composición física y las cantidades de residuos que la población genera principalmente en las calles, esto se realiza con el objetivo de facilitar y ahorrar recursos.

En relación a la producción de residuos sólidos en ciudades pequeñas según la Guía de Manejo de Residuos Sólidos expresa que se considera que cada habitante puede producir 0.1 a 0.4 kg/hab-día, incluso 0.8 kg/hab-día. Estas estimaciones se hacen tomando en cuenta 3 características: producción per cápita, densidad, composición física de los residuos sólidos.

Cuando se calcula la cantidad de residuos sólidos que se producen en las calles del casco municipal predomina los que los transeúntes tiran, siendo las otras tan incipientes que su generación de residuos no alcanza a afectar de manera apreciable la cantidad total de residuos sólidos municipales, salvo los provenientes de los mercados y los visitantes cuando existen atractivos turísticos.

Estableciendo la proyección de la producción y de donde vienen los desechos sólidos municipales se puede crear un esquema de crecimiento de la población mediante cálculos variados, pero al crecimiento producción por habitante es muy difícil encontrar cantidades que den idea de cómo puede variar por año.

La Organización Panamericana de la Salud en análisis de proyección contribuye con un cuadro que facilita el ejercicio:

Tabla IV. **Proyección de la producción y procedencia de los desechos sólidos municipales**

AÑO	POBLACION HABITANTES	PPC PROMEDIO TOTAL KG/HAB/DIA	RESIDENCIAL	COMERCIAL	MERCADO	INDUSTRIAL	BARRIDO	OTROS	TOTAL
1									
2									
3									
4									

Fuente: saneamiento Rural y Salud,OPS (2009)

Los aspectos técnicos aquí mencionados son aplicables para todo tipo de municipio en términos de recolección de datos y análisis de volumen y área.

Conociendo ya las cantidades de desechos sólidos que se generan en las calles de un municipio es necesario analizar el sistema de transporte y la logística para traslado de los mismos.

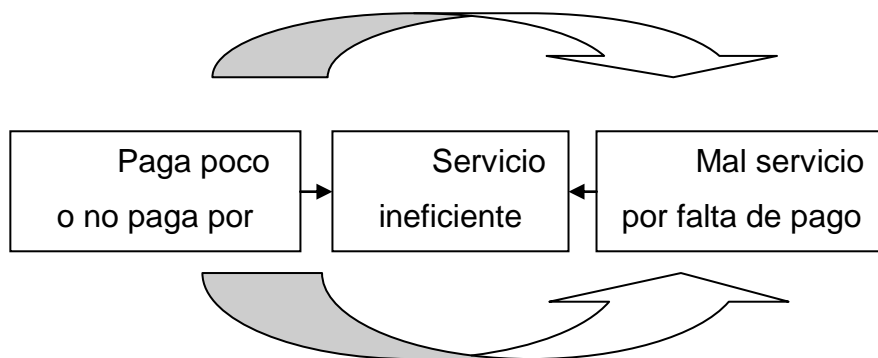
Como se mencionó anteriormente el tren de aseo es parte de una gestión municipal en donde se recogen los desechos sólidos que se encuentran en las calles municipales y se trasladan a un vertedero o planta de tratamiento, en donde se encuentra un centro de acopio y selección.

Brown Salazar (2003) expone que para ofrecer una solución integral al problema de manejo de residuos sólidos municipales, las alternativas deben de incluir los elementos imprescindibles, es decir, aquellos que no pueden faltar en el sistema, como son la recolección, el transporte y la disposición final, completados por estaciones de transferencia, almacenamiento

temporal, separación centralizada o en el punto de origen o compostaje para la comunidad o municipio.

Comúnmente los municipios de Guatemala han funcionado con sistemas de aseo empíricos municipales y en algunos casos no existentes, esto se ve reflejado en los escasos ingresos municipales en ese rubro, por lo mismo la comunidad no está atendida con un servicio de eficiencia, de calidad y de cobertura, además en algunos casos pagan por servicios no continuos y las municipalidades por no tener auto sostenibilidad no pueden brindar el servicio de calidad.

Figura 4. **Proceso de servicio de pago de recolección de desechos sólidos**



Fuente: Guía para la Gestión de Manejo de Residuos Sólidos, Enfoque Centro América. (2003)

Además de lo que muestra el autor en anterior esquema hay que ver también el detalle del interés que ponga el gobierno local en el tema mal manejo de desechos sólidos.

Este círculo vicioso se puede romper con la implantación de un buen servicio de manejo de los desechos sólidos municipales, por medio de planes bien elaborados, técnicamente estructurados que logre metas a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta el costo beneficio del servicio, además de un mejoramiento continuo.

Existen un sin número de opciones para el servicio de recolección de desechos sólidos municipales, la mejor opción se toma después de revisar información pertinente, esto quiere decir verificar si el municipio cuenta con datos, planes y leyes, caracterizar el municipio y verificar que tipo de desechos sólidos generan en las calles de la población, además de los volúmenes, lo importante es establecer el mejor método para el manejo de los desechos sólidos urbanos.

Tabla V. **Esquema de mejoramiento continuo**

SITUACION INADECUADA	ASPECTO	SITUACION IDEAL	RESPONSABLE
Se desconocen los datos de catastro, cartografía urbana y las características de generación de residuos	Conocimiento del sistema	Los datos de los dos últimos años han sido actualizados	Encargado del centro de catastro y encargado del aseo (Dirección de Planificación Municipal)
No hay un plan maestro ni plan de acción	Planificación	Plan de acción en implementación	Concejo municipal.
Uso ineficiente del personal sin capacitación y falta de reglamentación	Administrativo y legal	Alto nivel de eficiencia y capacitación del personal. Reglamentación adecuada.	Encargado del aseo.
Bajos niveles de cobertura de eficiencia y de seguridad del personal	Recolección y transferencia	Alto nivel de eficiencia del servicio y seguridad del personal	Gerencia
Residuos en las calles, en sitios ilegales, inapropiados y mal manejados	Disposición final	Todos los residuos se llevan a un relleno sanitario	Encargado del aseo.
Alta morosidad, poca preocupación y no existen tarifas	Participación y apoyo público	Participación activa, alta tasa de tarifas	Consejo municipal

Fuente: Guía de desechos sólidos. (1995)

La situación inadecuada del manejo de los residuos sólidos se puede mejorar convirtiendo el ideal en una realidad donde participen con voluntad política y técnica los involucrados.

En lo que respecta a la recolección se tiene que tener más cobertura y llevar un proceso ordenado guiado por la gerencia municipal.

La recolección de los desechos sólidos municipales se pueden realizar ordenadamente, donde se va respetar los horarios establecidos, además del

apoyo de la población de no generar y tirar demasiada basura en el área urbana. En sectores donde un vehículo de recolección no puede pasar, se pueden instalar contenedores que ayuden a mejorar el servicio, contemplando también las normas de seguridad establecidas para el personal de recolección municipal.

La Universidad pontificia Bolivariana expone que los residuos sólidos deben trasladarse desde los puntos de su generación (Calles y avenidas de la población) hasta el sitio de disposición final en el menor tiempo posible, evitando así la probabilidad de impactos al personal que puedan entrar en contacto con los mismos.

El manejo y transporte se considera tanto en condiciones normales, como en condiciones de accidentes que se produzcan durante el traslado en tránsito.

Otro de los parámetros para evaluar la situación es el tipo de vehículo, ya que se puede utilizar desde una carreta de mano hasta camiones compactadores, esto dependerá de varios aspectos como lo son:

- Áreas y poblaciones.
- La estructura urbana municipal.
- Que se tengan recursos de reparación y mantenimiento.
- Que los repuestos no sean escasos o difíciles de conseguir.
- El financiamiento y recurso municipal.
- El estado económico de la comunidad, que se realiza mediante un análisis.

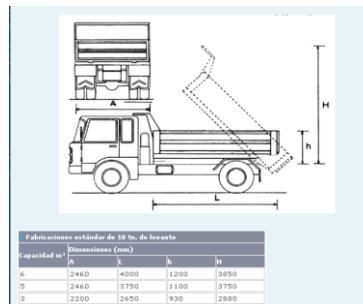
2.1.2.1.1. Factores a considerar para decidir sobre vehículos.

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2002), recomienda: hay muchos tipos de vehículos para la recolección desde los más sencillos, hasta los vehículos compactadores especiales para el servicio, para un municipio recomienda mejor utilizar los vehículos que ya existan en el lugar y que se pueda adaptar, con el tiempo se podrá introducir otro tipo de vehículo.

Para la mayor parte de municipios de Guatemala, es importante tener en cuenta esto último adaptar un vehículo que ya exista en la localidad, verificando el tonelaje dependiendo de el volumen de desechos sólidos generados en las calles municipales, esto mitigara a corto plazo el problema de la basura, con el tiempo implementar otro vehículo ya que la población va creciendo y por ende la basura en la calle, esto a mediano plazo, por ultimo ya establecido un servicio de calidad proponer compactadores que eficiente en todo sentido el mismo servicio, esto a largo plazo.

Los vehículos con carrocerías de volteo, aunque son preferidos por las comunidades pequeñas, no son recomendables para la recolección y transporte de basura municipal desde el punto de vista salud pública, debido a que son muy descubiertas y no tienen de sistema de seguridad, lo que ocasiona el esparcido de los residuos a lo largo de la ruta.

Figura 5. **Vehículo con carrocería de volteo**



Fuente: sitio Web, Carrocerías de Volteo.

Existen vehículos con carrocerías especiales para recolectar residuos sólidos de carga lateral, trasera y frontal. La frontal se usa exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que se ensamblan al contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos que cuentan con carrocerías de carga trasera de dos ejes, son muy eficientes porque la recolección se efectúa en forma más cómoda y menos fatigosa para el personal operativo, debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m, además se reduce la tripulación y por ende el costo de la operación.

Es importante dejar claro o que siempre es adecuado el uso de vehículos especializados para la recolección de desechos sólidos por varias razones entre ellas:

- El área que se va cubrir en la recolección.
- El tipo de caminos y accesos.
- La seguridad que le brinda al personal.
- El consumo y gasto de combustible.

- El gasto en repuestos es menor.
- La estructura del camión es especial para residuos sólidos.

Tabla VI. Principales ventajas y desventajas de los vehículos de recolección

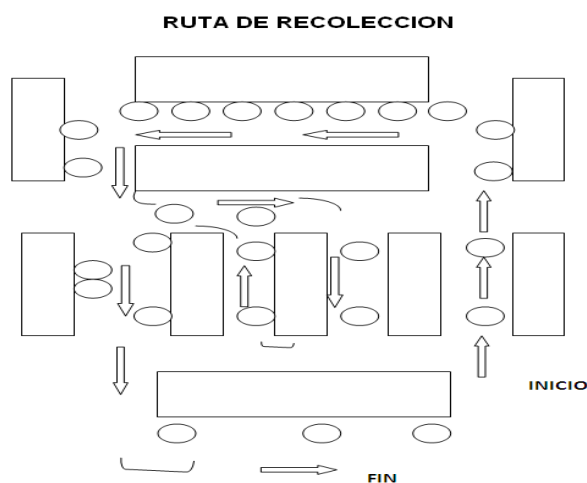
VEHÍCULO	VENTAJA	DESVENTAJAS
Tirado por animales de carga	Permite el acceso a zonas con difícil topografía. Velocidad de recolección adecuada. Facilidad de control del equipo.	Costo de alimentación de los animales. Radio de acción limitado Muy poco adecuados para calles urbanas y muy transitadas por vehículos mecánicos.
Impulsados únicamente por el esfuerzo humano	Velocidad de recolección adecuada. Acceso a calles angostas.	Dificultad de control de vehículo. Accidentes ocupacionales por sobre esfuerzo. Radio de acción limitado.
Vehículos tipo volteo	Bajo costo en relación con los vehículos tecnificados. Descargas más rápidas.	Altura de carga muy elevada. El acomodo de los RSM es manual. Se requiere de más personal en la cuadrilla.
Vehículos sin mecanismo de compactación de carga lateral o trasera	Bajos costos de inversión. Reducidos requerimientos económicos de mano de obra para su mantenimiento	Disminución del tonelaje de basura que puede transportar. No es recomendable adaptarlos para descarga de contenedores
Vehículos compactadores de carga lateral	Puede atender compactadores pequeños en su ruta de recolección. Mecanismo sencillo de compactación	Costos de mantenimiento más elevados. Costos de inversión muy alto.
Vehículos especializados	Eficiencia de recolección elevada, maneja contenedores de 2 a 5 veces más grande que otros vehículos. Puede atender zonas de difícil acceso y gran generación de residuos	Costo de inversión y mantenimiento muy alto

Fuente: Guía para el manejo de residuos sólidos, Enfoque Centro América. (2003)

El ideal es tener vehículos especializados para el trabajo, pero las municipalidades no cuentan con el recurso necesario para la compra de este tipo de vehículos, por lo tanto la mejor opción es adquirir camiones convencionales, además este tipo de camión puede dar mejores resultados en costo como en rendimiento y eficacia, tales unidades pueden ser desde un carretón movido por la fuerza humana o por tracción animal, hasta un vehículo tipo recolección de carga, dependerá de las necesidades, costos y rutas.

Las rutas de recolección de desechos sólidos en las calles debe de analizarse eficientemente, la Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas (2005) recomienda que la distribución de las rutas dependerá en gran parte de los vehículos a utilizar, la ruta debe ser simple con trazos rectos y deberá terminar lo más cerca a la disposición final. La ruta de recolección óptima se ajusta mediante sucesivos ensayos de tipo ensayo-error. En todos los casos las rutas que se diseñan deben de ser de corregidas en la práctica.

Figura 6. **Ruta de recolección**



Fuente: Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas, (1995)

Bangala, M. & Osorio, M. (2011), en sus sistema de recolección de desechos sólidos, expone los aspectos que se tienen que considerar estos son: la localización geográfica, modo de operación para llevar a cabo la recolección (problemas de tránsito), cantidad de residuos por zona, distancias recorridas, capacidad de vehículos, frecuencias de recolección.

Este sistema también aporta con una serie de etapas para la organización de la recolección de desechos sólidos en calles municipales:

- Etapa 1, generación de la base de datos, esto incluye mapa de la zona a recolectar, estimación de la demanda, tiempo de proceso, disponibilidad de tripulación.
- Etapa 2, sectorización y zonificación, dividir el área en zonas operativas.
- Etapa 3, requerimientos y cálculos de generación de residuos sólidos.
- Etapa 4, generación de rutas y establecer las rutas.

Para la recolección de residuos sólidos dentro de un municipio es recomendable un mismo vehículo, ya que el radio de recolección se encuentra también el lugar de disposición final.

Dentro de estos apuntes el autor también recomienda el modelo de ruteo de vehículos con la misma capacidad presentado el problema de determinar los recorridos de una flota de vehículos idénticos y con capacidad limitada que inicia su recorrido de un origen común y deben pasar por un conjunto de lugares para recoger los desechos sólidos municipales y volver al origen de manera que satisfagan cualquiera de los siguientes objetivos: minimizar distancia total del viaje, tiempo total requerido, costo total del recorrido, maximizar el volumen de vehículos.

Para esto los parámetros de importancia son: demanda de residuos sólidos municipales, distancias y capacidad de vehículos, el modelo de ruteo de vehículos con misma capacidad es definido como un problema de la teoría de grafos.

Posteriormente analiza kilometrajes y cantidades de desechos por día, tamaño de la zona geográfica que incluye número de cuadras involucradas, número de lugares de atracción y disposición final, esto es muy importante para que se puedan analizar cuanto de recurso genera para verificar costos.

Los costos y tasas por el servicio de recolección de desechos sólidos en las calles de la localidad es obligación de la municipalidad calcularlas, Zabala (1994) establece que compete a la municipalidad de prestar el servicio en forma directa o indirecta, asegurando su mejora continua, en cuanto a su cobertura, calidad y sostenibilidad, calculado los costos por servicio, toca a los usuarios cancelar las tasas correspondientes.

Par el servicio de recolección de desechos sólidos municipales es necesario tomar en cuenta un orden tanto administrativo como económico para que el servicio sea efectivo, Zabala (1994), resalta una serie de pasos para el funcionamiento del servicio municipal en los cuales destacan:

- Analizar los ingresos municipales, que tanto generara este rubro.
- Identificar qué servicio será más efectivo si el municipal o la contratación de empresas.
- Calcular y clasificar los costos directos de operación del servicio. aquí Zabala expone: en general los costos municipales se pueden sub dividir en cuatro cuentas de mayor gasto de gestión (según contabilidad Gubernamental) y tres cuentas de mayor funcionamiento (según

contabilidad tradicional), estos gastos son: gastos personales, gastos de bienes de consumo o servicios, gastos financieros, gastos de transferencia otorgada, costos de venta y cargos calculados.

- Calcular y clasificar los costos administrativos y otros costos.
 - Seleccionar el criterio para distribuir los costos administrativos y distribuirlos entre otros costos (costo real del servicio).
 - Establecer los costos de operación total del servicio. costos directos más costos indirectos igual costos totales.
 - Establecer los estados financieros del servicio municipal
 - Establecer conclusiones y agregar recomendaciones.
-
- Pasos para determinar tasas municipales:
 - Establecer costo total a recuperar.
 - Cálculo de base imponible y tarifa unitaria.
 - Cálculo de tasas, tomando en cuenta tarifas y usuarios.
 - Reunión con actores claves, esto para determinar acciones y estrategias.

Fuente: Guía Metodológica para establecer estados financieros y tasa por Servicios Municipales.

Dentro de estos apuntes mencionan que es importante que las tarifas deben de cubrir por lo mínimo, los sueldos del personal, así como el costo de transporte, operación y monitoreo, el costo de participación pública y educación.

Aquí se toca un punto indispensable en todo proceso de un tren de aseo la educación de los pobladores de los municipios, la guía de manejo de residuos sólidos municipales enfoque Centro América argumenta que el conocimiento y entendimiento de los componentes y problemas del manejo integral de los residuos sólidos por parte de la comunidad es clave cuando se quiere que esta

se involucre y participe en las actividades de manejo de residuos sólidos, por ello es necesario educar a la comunidad.

La educación sobre residuos sólidos debe empezar con los conceptos básicos y necesidades del manejo de residuos sólidos y se debe explicar claramente como el municipio puede participar. Desde luego, hay que motivar efectivamente al municipio para que tenga el deseo de cambiar su actitud en relación con el manejo de residuos sólidos, partiendo de ahí, el funcionamiento del manejo adecuado de los desechos sólidos será continuo y efectivo para alcanzar los objetivos propuestos y un desarrollo integral de cualquier municipio que tenga el interés de que sus ingresos sean los esperados y que su medio ambiente este estable para bien de la población.

Conociendo los parámetros de impacto ambiental, económicos y administrativos, se logrará evitar todo tipo de consecuencias que perjudiquen el ambiente, la salud, las finanzas, el turismo del municipio por el mal manejo de desechos sólidos, Mejía Lira (1994) expone que el municipio comprende diversos ángulos de estudio y relaciones entre ellos y otros espacios de gobierno, para su comprensión es necesario entonces considerar tres ejes esenciales: el sustantivo que lo componen las necesidades y demandas que se le presentan al gobierno municipal, según la situación que vive la comunidad, la parte adjetiva o los diversos recursos requeridos para dar cabida al sustantivo, finalmente el eje administrativo que es la planeación, la organización, programación, control y evaluación, los tres ejes buscan servir al desarrollo municipal.

Con la adaptación de estos tres ejes dentro del manejo adecuado de desechos sólidos en las calles del municipio, se estará contribuyendo al desarrollo municipal para que mejore las condiciones de ornato en la vía pública además de mejorar la calidad de vida de los habitantes y su ambiente.

3. Caracterización y problemática de los Desechos Sólidos Municipales en Patzicía

3.1. Caracterización del Municipio

3.1.1. Área de ubicación geográfica y zonificación

El Municipio de Patzicia, departamento de Chimaltenango, está ubicado en el altiplano de la república de Guatemala, a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera, tiene una extensión de territorio de 44 kilómetros cuadrados de los cuales 10.2 2 kilómetros cuadrados pertenecen al área urbana, donde habitan 21,201 personas, de acuerdo a información obtenida en el Departamento Técnico de Planificación.

Según el Plan de Desarrollo Municipal el límite territorial de Patzicia está configurado con las siguientes colindancias: al norte con Santa Cruz Balanyà, al sur con Acatenango y San Andrés Itzapa, al este con Zaragoza y al oeste con Patzún.

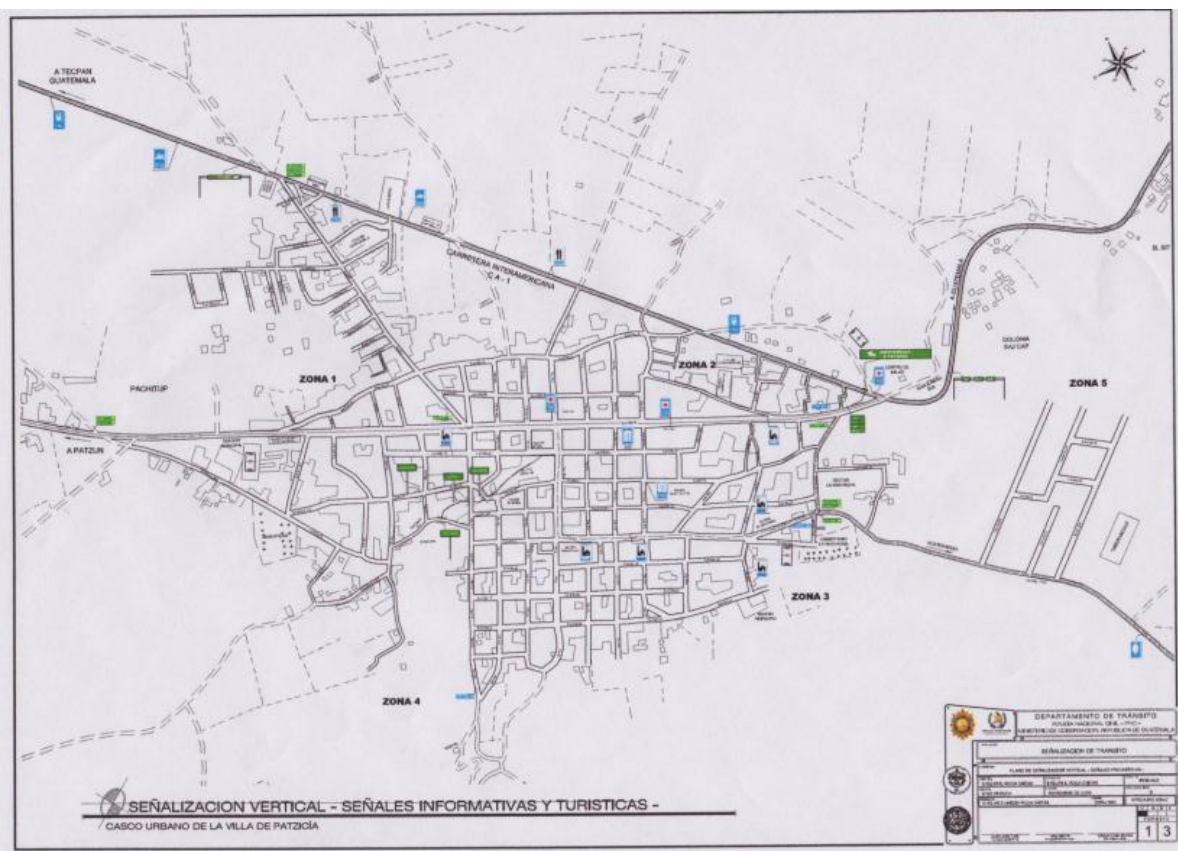
En lo referente a la parte urbana del municipio se encuentra dividido en 5 zonas, cada zona con un promedio de 25 cuadras y cada cuadra cuenta con 20 viviendas, exceptuando la zona 5 que está cubierta en su mayoría por terrenos de siembra.

El 80 % de las calles y avenidas están adoquinadas y asfaltadas, las cuales están identificadas con respecto a sus vías.

Para la zonificación se toma 4 zonas del municipio, ya que como se mencionó, la zona 5 está tomada como tal pero no cuenta con urbanización.

Las 4 zonas urbanas cuentan con características similares, las cuales se diferencian por unidades de procedencia tales como: comercial, residencial, industrial, agro industrial y demás.

Figura 7. **Mapa del casco urbano del municipio de Patzicía**



Fuente: Dirección de Planificación Municipal, Municipalidad de Patzicía.

3.1.2. Caracterización biofísica del área

El municipio de Patricia se encuentra dentro de una zona geológica denominada tierra volcánica, esto por la múltiple característica de sus suelos, cuenta con varios ríos, nacimientos de agua y área boscosa donde predomina la especie de pino.

La topografía del municipio cuenta con poca inclinación, la cual está destinada al cultivo, los cuales se dan en terrenos prácticamente planos.

El clima de Patzicia es frío acentuándose más en los meses de febrero y diciembre. Patricia se identifica por sus dos estaciones invierno y verano, se acentúa una temperatura de 27 grados máxima y 14 grados mínima, la altura sobre el nivel del mar es de 2,700 metros, el verano inicia en el mes de marzo y finaliza en el mes de abril, la precipitación pluvial equivale a 280.0 milímetros cúbicos durante el invierno, esto según datos obtenidos del plan de desarrollo municipal.

La hidrografía del lugar cuenta con varios ríos entre los que se puede mencionar: río Xaya, el río Tuluche, el río Balanya, río Siyà.

Patzicia cuenta con mucha diversidad de fauna dentro que incluyen mamíferos, insectos, etc. Puede distinguirse también mucha fauna doméstica entre las que destaca las gallinas, los patos, los marranos, etc.

3.1.3. Caracterización social del área de influencia

La población de Patzicia asciende a 32,181 habitantes, según datos proporcionados por el INE, donde el 52 % son mujeres y el 48 % hombres.

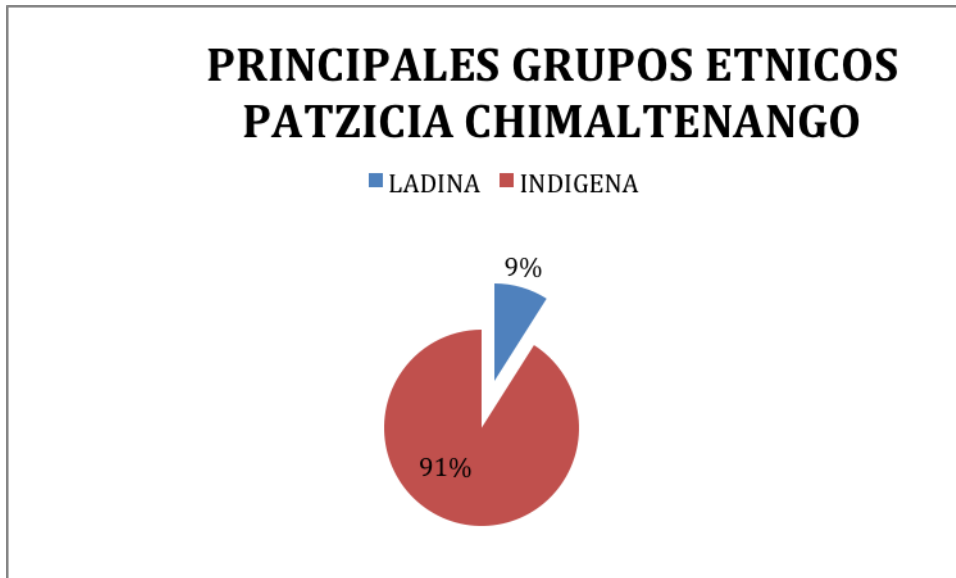
Según el Instituto Nacional de Estadística el municipio de Patzicia registra un crecimiento poblacional de 4.06 por año, a partir del 2002 al 2010, lo que proyecta que para el 2020 un crecimiento de 2.95 por año.

La población infantil y la joven es la que representa el mayor crecimiento demográfico.

Al contar con una población representativa joven se tiene que exigir mayor cobertura de los servicios básicos, para lograr mejores condiciones de desarrollo y vida.

Los patrones culturales del municipio son indígena y el no indígena, un porcentaje alto lo constituye la población maya, y mínimo de población ladina.

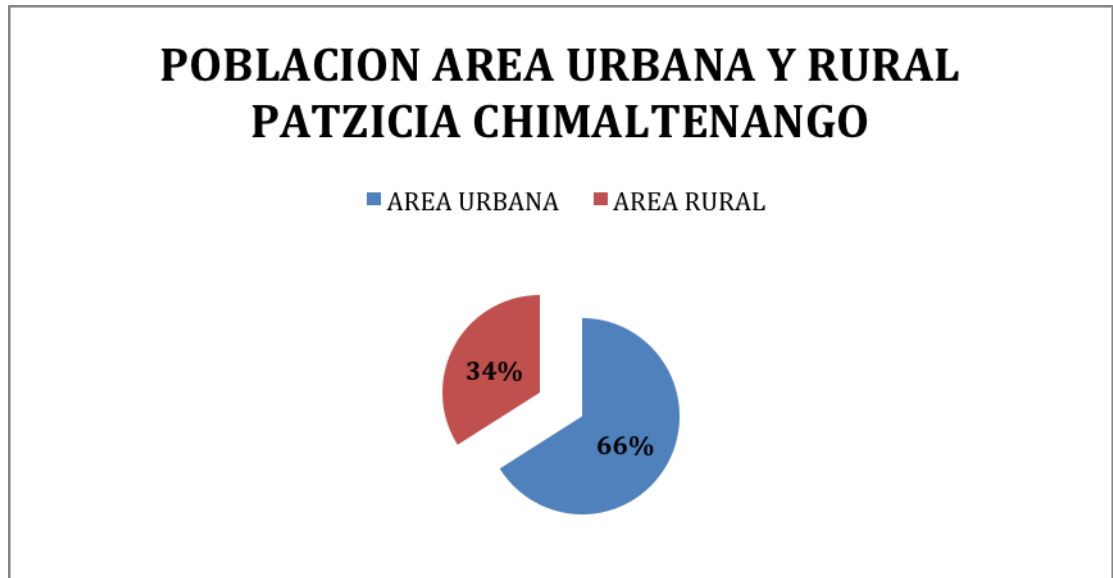
Tabla VII. Principales grupos étnicos



Fuente: INE 2002.

La mayor concentración de población la tiene el área urbana con un 66 % y el 34 % es el área rural.

Tabla VIII. **Población urbana y rural de Patzicía**



Fuente: INE 2002.

3.1.4. Caracterización del problema de los desechos sólidos

Es indispensable que se conozca y evalúe la situación actual del ornato de las calles y avenidas del municipio de Patzicía, con el propósito de implementar un servicio de tren de aseo justo y adecuado para el mejor manejo de basura, con el objetivo de evitar enfermedades que esta causa, además de darle una mejor imagen al casco urbano así como fundamentar el servicio y justificarlo en la conciencia social de la población para exponerlo como un problema y darle solución de manera inmediata.

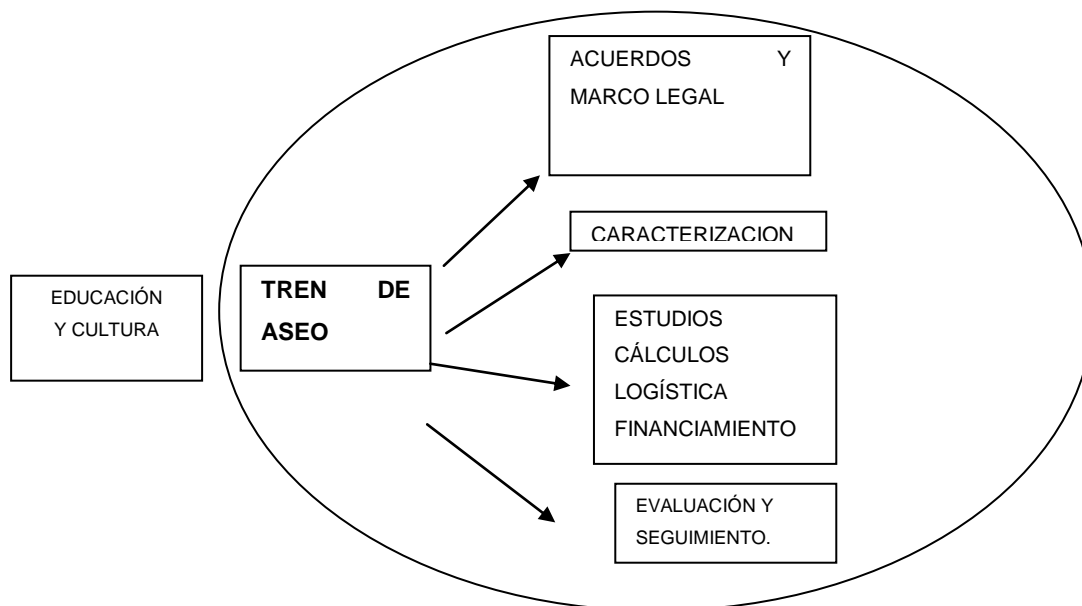
La Dirección de Planificación Municipal del gobierno local expone que el problema de la basura en las calles y avenidas se produce principalmente que las personas tiran y acumulan basura en las calles del casco urbano, tapando los principales tragantes ubicados en las 4 zonas del municipio, lo que ocasiona

que el agua pluvial no fluya normalmente hacia drenajes, arrastrando los desechos sólidos al río que se encuentra al sur del municipio.

La población en reuniones de COCODE expone y coincide en la gran mayoría que la falta de la implementación de un tren de aseo ha hecho que la basura ocasione grandes problemas en las calles y avenidas del municipio, dejando claro que urge este tipo de proyecto.

Caracterizando a las distintas organizaciones que representan al municipio se puede establecer que para implementar un tren de aseo se requiere de una serie de requisitos, esto con el fin que el proyecto funcione, dichos requisitos se exponen a continuación:

Figura 8. **Esquema de implementación de un tren de aseo**



Fuente: elaboración propia.

Los acuerdos políticos y el respeto del marco legal y ambiental es el primer paso para la implementación un tren de aseo, la caracterización ya forma parte de los estudios de campo que se requieren para que sea otorgado el financiamiento para darle la evaluación y seguimiento, todo esto fundamentado en una educación dentro de la población.

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Patricia está compuesto de 4 zonas, donde cada zona se diferencia de la otra por el tipo de actividades que se realizan, teniendo en cuenta este tipo de actividades se pudo saber queclase de residuos sólidos ya sean orgánicos e inorgánicos genera cada una de estas zonas, para lo cual se desarrollóel siguiente cuadro:

Tabla IX. **Tipos de desechos sólidos en las diferentes zonas de Patzicía**

ZONA	TIPO DE ZONA	TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS.
Zona 1	Residencial	Orgánico e Inorgánicos.
Zona 2	Comercial residencial	Inorgánicos
Zona 3	Comercial residencial	Orgánico e inorgánicos
Zona 4	Comercial	Orgánicos

Fuente: elaboración propia.

En la zona 1, prevalece los tipos de desechos sólidos orgánico e inorgánico, esto porque la zona es residencial donde no hay mayor movimiento de transeúntes, la mayoría de los residentes son personas que trabajan en el campo y que viven de la producción de verdura de allí, que se encuentre mucho

residuo sólido inorgánico, además los comercios son tipo tiendas de víveres de primera necesidad y no cuentan con ningún mercado.

La zona 2 está compartido en: residencial y comercial, aquí si hay mucho movimiento de transeúnte y cargas vehiculares, pero el tipo de residuo sólido es inorgánico, es de ponerle interés a esta zona para implementar una ruta principal de tren de aseo, ya que aquí se encuentra la carretera que conecta con todo el occidente del país y pasa mucho transeúnte a realizar compras, lo cual genera una alta contaminación ambiental tanto de desechos sólidos como contaminación por humo y contaminación visual.

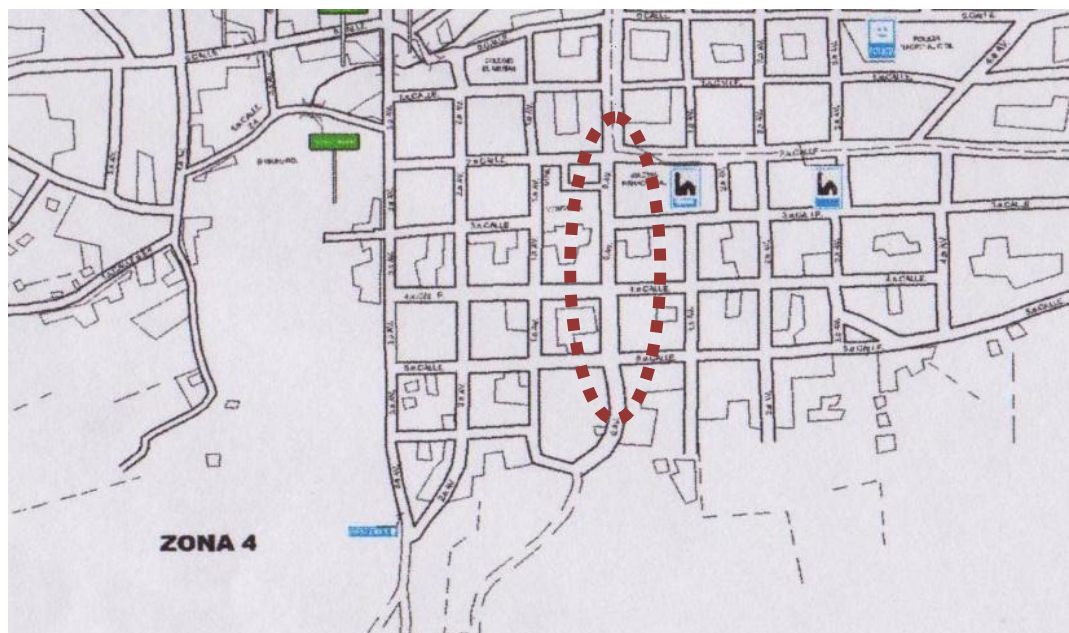
La zona 3, igual que la zona 2, representa una parte comercial y otra residencial con la única diferencia que aquí si se encuentran residuos orgánicos; esto por la cercanía del mercado municipal, las calles y avenidas de esta zona estas más limpias y con un constante mantenimiento; esto a consecuencia que los vecinos contribuyen en barrer en frente de su vivienda y los desechos sólidos municipales recogidos los convierten en desechos sólidos domiciliiales que los desechan en lugares lejanos.

La zona 4 es netamente comercial, allí funciona el mercado municipal, por lo que se generan la mayor parte de residuos orgánicos e inorgánicos; además existen más de 25 comercios de todo tipo que representan el desarrollo económico en el municipio, también es visitada por muchos turistas, tanto extranjeros como nacionales.

Lo contradictorio en esta zona es que los vecinos y dueños de negocios no aportan ningún tipo de cooperación y mantenimiento en el ornato en las calles, dejando que la municipalidad lo haga, lo cual repercute enormemente, ya que

es donde más desechos sólidos se generan, el gobierno local solo cumple con limpiar el área del mercado, dejando al resto de áreas del municipio sucias y descuidadas.

Figura 9. **Ubicación de avenida principal, mercado y principales comercios**



Fuente: Dirección Técnica de Planificación Municipal, Patzicía

Además, el 80 % del área urbana no cuenta con una limpieza municipal hay varios factores negativos y problemas, los que generan los problemas de los residuos sólidos en las calles y avenidas en estas 4 zonas, lo que hacen necesario la urgencia de un tren de aseo.

3.2. Principales problemas que generan los desechos sólidos urbanos

3.2.1. Desechos sólidos y su relación negativa con la salud del municipio

El municipio de Patzicia cuenta con un centro de salud, este a su vez, cuenta con un departamento de saneamiento ambiental donde es atendido por un Técnico en Salud Rural y un Inspector en saneamiento ambiental, los cuales son insuficientes para el servicio de la población, además dentro de sus funciones la gestión de un tren de aseo no es parte de sus prioridades, lo que ocasiona que los vecinos estén más expuestos a enfermedades que producen los desechos sólidos, por no se contar con un control adecuado de los mismos.

En las distintas fases del ciclo del manejo adecuado de los desechos sólidos, las personas están expuestas a enfermedades e infecciones porque entran en contacto directo con los mismos.

En la población de Patzicia, los grupos más expuestos a este tipo de infecciones son: los niños que tienen poco conocimiento del manejo de desechos sólidos, los transeúntes que también contribuyen a la generación de desechos sólidos en las calles, las personas que comercian y que atienden negocios y toda la población que no cuenta con un servicio municipal de aseo.

En la zona 4 del municipio, este problema se refleja más porque se genera basura orgánica en mayor cantidad, porque allí se instala el mercado municipal, la basura orgánica tiene las condiciones y propiedades factibles para la supervivencia de microorganismos, los residuos orgánicos proporcionan también un medio ambiente adecuado a insectos, roedores que son portadores de gérmenes.

Otro problema que surge en la zona 4 es la afluencia de personas en días de mercado, se reciben personas de muchos lugares colindantes en los que se puede mencionar:

- Personas que vienen de las aldeas del Camà. Pahit, la Canoa, Cerritos y caseríos del municipio.
- Personas que visitan el mercado de otros municipios cercanos como Patzun, Balanya, Acatenango, entre otros.
- Turistas que se dirigen para Panajachel y hacen una escala en el municipio, en este sentido son muy escasas las visitas, porque se tiene poca visión del concepto turismo en la municipalidad.

De ahí que la zona 4 sea la más afectada en desechos sólidos en sus calles y avenidas.

La acumulación de basura en las 4 zonas del municipio, facilita el tapado de tragantes, lo que genera estancamiento de agua e inundaciones principalmente en tiempos de lluvia, esto trae como consecuencia la propagación de algunas enfermedades tropicales.

La acumulación de basura en alcantarillados y tragantes ocasiona que esta se acumule en el río Tzia, que está al sur del municipio lo que provoca la

acumulación de sustancias tóxicas que producen consecuencias negativas en la salud de las personas y animales que dependen de ese sistema hídrico.

Hay que tener claro que no todas las enfermedades están relacionadas con los desechos sólidos, por lo mismo se presenta el siguiente cuadro de las enfermedades que si se relacionan directamente:

Tabla X. **Enfermedades relacionadas con desechos sólidos**

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON DESECHOS SOLIDOS

CATEGORIA	ENFERMEDAD
Enfermedades relacionadas con insectos vectores	<ul style="list-style-type: none"> • Infecciones transmitidas por moscas o cucarachas. • Filariasis (enfermedades parasitarias). • Tularemia.
Enfermedades relacionadas con vectores roedores.	<ul style="list-style-type: none"> • Peste. • Leptospirosis.

Fuente: Heller, L. Saneamiento y Salud. Organización Panamericana de la Salud. 1997:22

El control de las enfermedades relacionadas con los residuos sólidos puede ser factible si en el municipio se mejora la recolección, almacenamiento y disposición de los desechos sólidos.

3.2.2. Ausencia de Acuerdos políticos y programas de ornato en el Municipio

Revisando el Plan de Desarrollo Municipal de Patzicia, presenta como problemática dentro de sus ejes de desarrollo, que no existe ningún sistema de recolección de basura municipal, lo cual es una amenaza para el medio ambiente; el mismo plan menciona que el objetivo operativo principal es promover el cuidado del ambiente, a partir del uso racional de los recursos naturales, tratamiento de los desechos sólidos y líquidos para la disminución de su deterioro, para lo cual se propone que para el 2025 el 50 % del municipio estará libre de contaminación implementado un programa de una planta de tratamiento que supuestamente comenzaría a funcionar en el 2015, en cercanías del río Xayà, río Patziya, río Balanya y Peña colorada, lo cual no se ha realizado caracterización hecha a esos puntos de referencia.

La municipalidad expone que el principal problema de no ejecutar este tipo de proyectos es el insuficiente recurso con que cuenta y que el manejo técnico de los desechos sólidos es un tema que requiere de mucha inversión.

Además del problema económico, hay otros factores que influyen en la no ejecución de estos proyectos de los cuales se detallan los siguientes:

- Continuidad de un gobierno municipal: la ejecución de proyectos de desechos sólidos requiere de tiempo para la implementación y el adecuado servicio lo cual es un problema para cualquier gobierno local porque el período de gobernabilidad municipal es muy corto, quedando Inconcluso los trabajos y al momento de cambio de gobierno este piensa diferente y ya no lo ejecuta.

- Voluntad política: se requiere que el gobierno local tenga el deseo de realizar este tipo de proyectos, y que lo vean como una necesidad para la población y su medio ambiente, partiendo de la premisa de bien común.
- Implementación de conocimiento técnico en los proyectos: realizar los proyectos en un sentido técnico para que sean eficientes y duraderos.

3.2.3. Educación y promoción del servicio, conciencia social

La educación en el municipio de Patzicia es percibida como buena, pero las metodologías pedagógicas son poco eficientes; además los temas como medio ambiente se observa que no está totalmente implementado en los centros educativos.

El tema de medio ambiente no es visto como una prioridad dentro de los espacios educativos, lo que repercute en el alumno ya que no tiene conciencia ambiental en su comunidad.

Luego de hacer una caracterización de establecimientos educativos en las 4 zonas del municipio, se observa un aspecto interesante, en las 4 zonas existe por lo menos un centro educativo ya sea este privado o público, pero se observa poco sobre temas relacionados con desechos sólidos, menos aún de un tren de aseo, eso da la pauta que el medio ambiente no tiene mucha importancia en la guía curricular, además que la educación representa un 40 % en el interés de la población, que es demostrado por el siguiente cuadro:

Tabla XI. **Departamento de Chimaltenango, tasa de analfabetismo por municipio**

MUNICIPIO	TASA
TOTAL DE LA REPUBLICA	36.4%
TOTAL DEL DEPARTAMENTO	36.3%
ACATENANGO	42.2%
CHIMALTENANGO	23.0%
COMALAPA	31.8%
EL TEJAR	18.1%
PARRAMOS	23.7%
PATZICIA	39.1%
PATZUN	38.3%
POCHUTA	57.6%
ITZAPA	44.9%
POQUIL	39.5%
SAN MARTIN JILOTEPEQUE	47.7%
SANTA APOLONIA	42.4%
SANTA CRUZ BALANYA	26.0%
TECPAN	37.0%
YEPOCAPA	50.8%
ZARAGOZA	26.4%

Fuente: SEGEPLAN, con base en estadísticas en formato electrónico del Movimiento Nacional de Alfabetización.

En el cuadro anterior, se puede analizar que Patzicia se encuentra en la media de la tasa de analfabetismo dentro de los municipios que conforman el departamento de Chimaltenango, en este aspecto la municipalidad no incluye planes y programas o gestiones a donde corresponda para tratar de mejorar la situación.

La relación del analfabetismo que se vive en el municipio con la implementación de programas de desarrollo municipal como: ornato y limpieza

es que con poca educación ningún proyecto es factible, porque las personas no comprenderían para qué son los proyectos.

Además del cuadro presentado anteriormente se caracteriza y analiza el nivel de cultura y educación ambiental en las 4 zonas del municipio de Patzicia quedando de la siguiente forma:

Tabla XII. **Nivel de cultura ambiental del municipio**

ZONA	NIVEL DE CULTURA AMBIENTAL (limpieza de espacio público).			LO QUE SE OBSERVÓ
	ALTA	MEDIA	BAJA	
ZONA 1				Las personas no se mantienen en sus hogares por lo mismo es indiferente la limpieza de sus calles y avenidas.
ZONA 2				Se encuentra dividido en comercial y residencial, las personas procuran tener limpio su espacio urbano.
ZONA 3				Al igual que la zona 2 las personas limpian en frente de sus casas.
ZONA 4				Es la zona de mayor movimiento comercial, los vecinos no contribuyen con la limpieza urbana y el gobierno local realiza barridos en un 40%.

Fuente: elaboración propia.

La municipalidad por su parte no adopta un marketing educativo en lo que respecta a ornato en las calles, por la falta de programas y proyectos como es un tren de aseo; por ello es urgente una política de saneamiento ambiental, analizada, estudiada y gestionada por la municipalidad con instituciones que son responsables directos de este tipo de políticas.

El correcto y adecuado manejo de los desechos sólidos urbanos son temas de beneficio ambiental teniendo como base un proyecto de tren de aseo buscando los recursos básicos para minimizar el problema.

3.2.4. Problemática de recolección y traslado

Recolectar y manipular adecuadamente los desechos sólidos en las calles de Patzicia, es una actividad que pocos gobiernos locales han hecho utilizando los estudios efectivos.

El tren de aseo municipal es un proyecto de poco interés para el gobierno local en turno, esto a consecuencia que en el plan de gobierno no se le da la importancia requerida, además de que este tipo de proyectos en la parte política carece de interés.

La recolección de desechos sólidos en calles y avenidas requiere de un conocimiento técnico y una capacitación constante, no es solo de contratar personas para que ejerzan el servicio, deben de tener conocimiento de cómo manipular, trasladar y desechar.

Los desechos sólidos se generan en todas las zonas del municipio hace la aclaración que se hay más en unas que en otras, como se explicó anteriormente.

La generación de desechos sólidos también se establece más en unos días que en otros, esto por el tipo de actividades propias del municipio.

Se puede observar que el día miércoles es cuando se generan más desechos sólidos, ya que son días de mercado en el municipio, esta actividad comienza a desarrollarse desde las 5 de la mañana hasta las 5 de la tarde, al momento de terminar la actividad comercial se observa a un grupo de 5 personas que con una escoba y un par de costales cada uno, comienzan a limpiar el área donde se produjo la actividad, en este caso el mercado tradicional.

Al momento de realizar la limpieza no se observa ninguna organización de trabajo en equipo, además no hay un encargado que dé instrucciones de grupo, esto da la pauta que no existe ningún tipo de plan previo para el aseo de la zona, a consecuencia que son personas que se contratan en el momento según lo mencionado por la municipalidad.

Estas personas encargadas de recoger la basura no cuentan con ningún tipo de protección, manipulan los desechos directamente y los vierten en los costales mezclando desechos orgánicos e inorgánicos.

Al terminar la recolección de desechos sólidos en el área, se puede observar que llega al lugar un vehículo tipo pick up de modelo antiguo en mal estado el cual se encarga de recolectar la carga y llevarla a un botadero que está en el centro de población.

Es importante mencionar que en el lugar del botadero municipal no tiene ningún tipo de seguridad ambiental y produce olores desagradables, además se encuentra en una zona donde vive mucha gente de la comunidad.

Observando esto, se sugiere a la municipalidad buscar un lugar adecuado que cumpla con todas las normas de seguridad ambiental.

De lo anterior concluimos que:

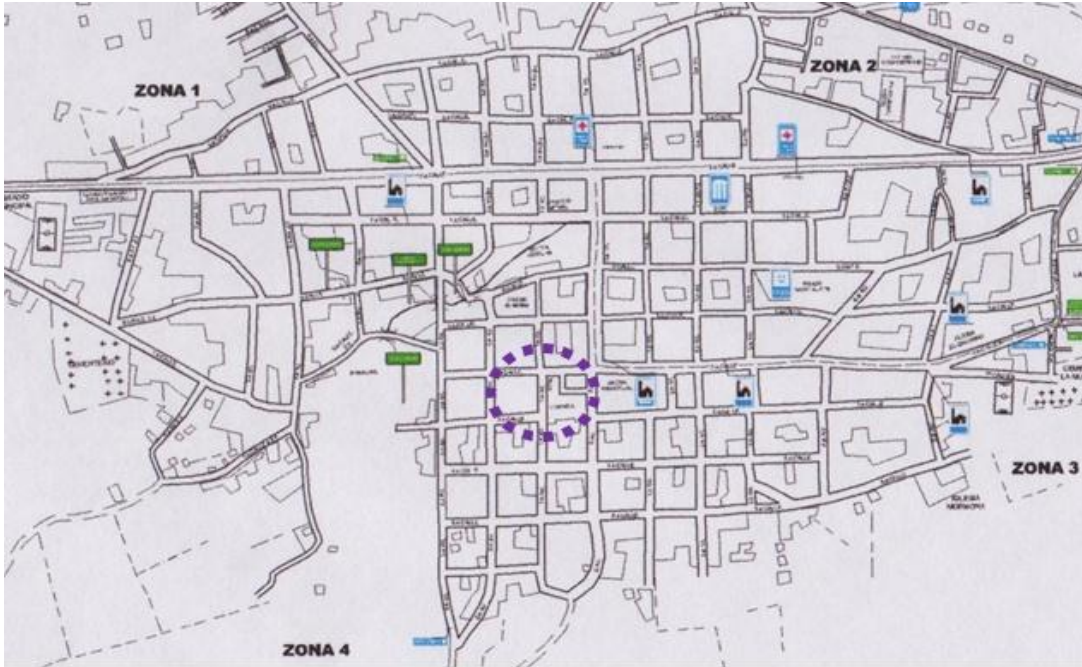
- Hay un manejo inadecuado de recolección y clasificación de desechos sólidos.
- La municipalidad contrata personal sin ningún tipo de capacitación.
- La recolección es empírica y solo en un lugar.
- Inseguridad de manipulación en el personal.
- Se cuenta con transporte inadecuado para traslado.
- La una logística de traslado es inefectiva.
- No existe un vertedero controlado municipal, que llene los requisitos mínimos medioambientales de seguridad.

Dándole seguimiento al tipo de vehículo se puede constatar que no cuenta con normas estándares de seguridad, tiene poca capacidad de carga, sin embargo se extralimita en la misma, no cuenta con cubierta por lo que los desechos se van esparciendo por todo el recorrido.

Es importante mencionar que según lo observado, el vehículo funciona como tren de aseo inadecuado, porque como se detalló anteriormente solo recoge la basura en el área de mercado que se sitúa en la zona 4, dejando a las otras 3 zonas restantes sin dicho servicio.

En la figura 10 se muestra que la recolección de basura en la actualidad se ocupa únicamente del 5 % del área urbana, dejando el 95 % sin cobertura del servicio.

Figura 10. **Localización de la recolección de desechos sólidos**



Fuente: Dirección Técnica de Planificación Municipal, Patzicía.

4. PROPUESTA DEL TREN DE ASEO

Antes de la propuesta del tren de aseo se realiza los cálculos técnicos necesarios para dicha propuesta.

4.1. Cálculos y porcentajes de desechos sólidos en el casco urbano de Patzicia

Es importante mencionar que el estudio de cálculo de peso y volumen de desechos sólidos en las calles y avenidas del Municipio de Patzicia que se realiza está sustentado en las siguientes características:

- Por su naturaleza física: seco y mojado.
- Por su composición química: orgánico e inorgánico.
- Por sus riesgos potenciales: peligrosos y no peligrosos.
- Por su origen de generación: limpieza de espacios públicos (aquellos producidos por calles, mercados, plazas y otras áreas públicas).

Los desechos sólidos peligrosos en este caso, los hospitalarios tienen un control específico y es responsabilidad más del Ministerio de Salud mantener dicho control, lo cual es un proceso diferente del manejo de los desechos sólidos municipales.

En lo que respecta a los desechos sólidos municipales, se debe de contar con una serie de procesos y operaciones sobresaliendo los siguientes:

- Recolección: recoger el residuo y llevarlo hacia las unidades de transporte, de cualquier índole.
- Barrido y limpieza: limpiar las vías públicas (calles y avenidas)
- Transporte: llevar el residuo sólido desde su generación a su destino final.

El proceso anterior es la forma más simple de lo que se quiere, para lo cual se necesita saber cantidades de generación y características principales.

En el municipio de Patzicía se generan desechos sólidos de diferentes características, los cuales están clasificados de la siguiente forma:

**Tabla XIII. Clasificación de los desechos sólidos y
proveniencia en las calles del municipio de
Patzicía**

CLASIFICACION	TIPO DE DESECHO SÓLIDO
Residencial	Cartón, desechos alimenticios, desechos de cocina, vidrio, metal.
Comercial	Cartón, papel, metal, plástico, aluminio, nylon.
Institucional	Papel, plástico, cartón.
Industrial	Tela, metal, madera, cuero.
Agrícolas, agropecuarias	Desecho orgánico

Fuente: elaboración propia.

Lo concerniente a desechos sólidos residenciales, las familias salen a tirar la basura a la calle y se vuelve problema municipal, esto a consecuencia que la cobertura del tren de aseo domiciliar es privado y no todos pagan el servicio.

Hay que hacer excepciones y aclarar que no todos los desechos sólidos son tirados por vecinos a las calles, hay personas que le dan un tipo de proceso aceptable y contribuyen con limpiar enfrente de su casa y su zona, de lo cual el desecho sólidos municipal se vuelve domiciliar.

La clasificación de residuos sólidos en el municipio varía mucho según la zona, entendidos que el casco urbano se divide en 4 zonas donde se generan distintas actividades, además que varía en cantidad, tipo de población y costumbres.

Tabla XIV. **Clasificación de los desechos sólidos**

ZONA	TIPO DE RESIDUO	
	Orgánico	inorgánico
Zona 1	Maleza, residuos de alimentos, residuos de frutas y verduras	Papel, cartón, plástico, aluminio
Zona 2		Papel, cartón, plástico, aluminio, metal
Zona 3	Residuos de comida, fruta, grama	Papel, cartón, plástico, tela, metal, nylon
Zona 4	Residuos de verduras, frutas, alimentos	Papel, plástico, nylon, aluminio, d'uroport.

Fuente: elaboración propia.

Para determinar los componentes de los residuos sólidos basados en porcentajes de peso se utiliza la estadística inferencial específicamente en el muestreo, usándolo para determinar los volúmenes que se necesitaran recolectar y transportar en los diferentes días. Las muestras se toman escogiendo diferente horario en el día, escogiendo además diferentes días de la semana, con el objeto de saber aproximadamente cuanto de basura se genera en los diferentes horarios del día, y qué días se genera mayor cantidad de basura además de saber cuál es composición y cantidad.

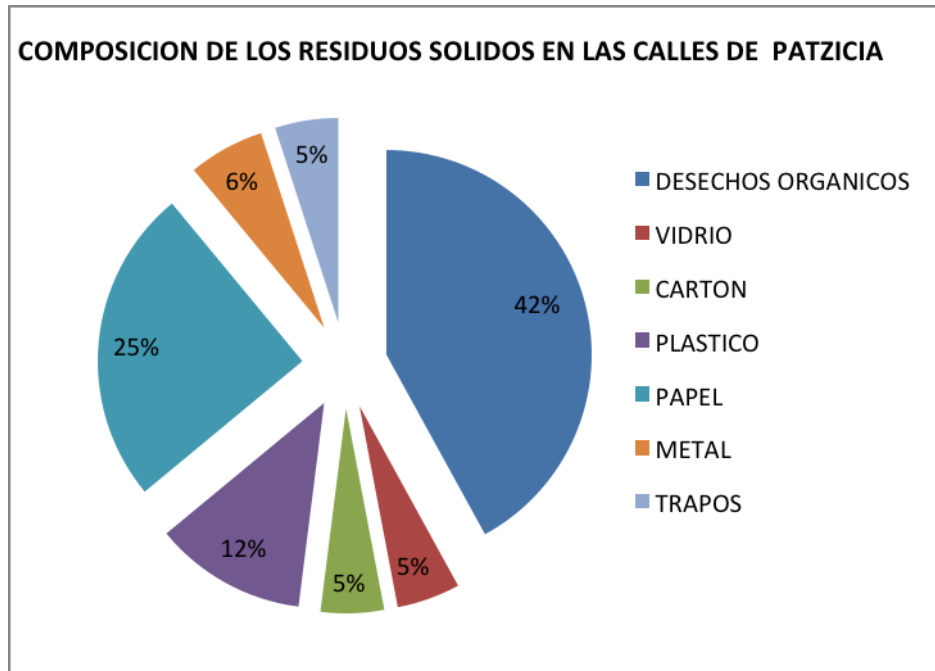
Es decir que para que sea fiable nuestro resultado deben realizar 92 muestras en los diferentes puntos, los más transitados, durante los diferentes días de la semana.

Se realiza un muestreo de un mínimo de 50 kilogramos que procedieron de las cuatro zonas del municipio para su clasificación considerando los productos como: papel, desperdicio alimenticio, cartón, metal, vidrio, cuero, trapos, latas, residuos de tierra, residuos orgánicos.

Dicha muestra se obtuvo en las calles y avenidas, sin tomar en cuenta el estrato económico de la población ni su grupo étnico, por considerar que dichas apreciaciones no influyen en el resultado.

La composición de los residuos sólidos en Patzicia gráficamente fue:

Tabla XV. **Composición de los residuos sólidos en las calles de Patzicía**



Fuente: elaboración propia

Tomando en cuenta la población del casco urbano del municipio que es de 21,201 habitantes según el Plan de Desarrollo Municipal, con una tasa de crecimiento de 2.5% anual, se puede constatar que la producción diaria de residuos sólidos es de 0.81/kgs/hab/día, este dato está dentro del rango establecido por OPS/ CEPIS, que es de 0.6 y 1.2 Kg./hab./día para la generación de residuos sólidos en municipios menores de 30,000 habitantes.

Para el resultado anterior se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{pc} = \frac{D_{sr}}{\text{semana}} \cdot P_{ob} \cdot 7 \cdot C_{ob}$$

Donde:

Ppc= producción per cápita (kg./hab./día)

Dsr= Cantidad de Desechos Sólidos recolectados en una semana (kg.)

Pob= Población total (en este caso la población total urbana)

7= siete días de la semana.

Cob= cobertura del servicio de aseo urbano (%)

El anterior cálculo de producción domiciliar es importante para hacer una comparación y tener datos referentes a los residuos sólidos municipales.

Para poder tener datos de las cantidades de generación de los residuos sólidos municipales se toma las 4 zonas del municipio seleccionando lugares específicos de cada zona siguiendo las siguientes especificaciones:

1. Lugar donde se genera más desecho sólido en la calle o avenida.
2. Observación de paso de transeúnte y vehículos.
3. Análisis de alcantarillados.

4.1.1. Metodología de recolección

Para la recolección de residuos sólidos en las diferentes zonas se realizaron las siguientes actividades:

Zona 1. Se recorre la zona y se escoge el lugar para tomar muestras y peso quedando de la siguiente forma:

La toma de muestras de residuos se realiza a un lado de una iglesia evangélica, observando que en ese lugar circula mucho transeúnte y hay movimiento vehicular, además de que allí se encuentra un alcantarillado.

Tabla XVI. **Tipo de desechos sólidos en zona 1, Patzicia**

3.2.4.1.

ZONA	Orgánico	inorgánico
Zona 1	Maleza, residuos de alimentos, residuos de frutas y verduras	Papel, cartón, plástico, aluminio

Fuente: elaboración propia.

Se procede a la recolección de muestras y se mezcló tratando de homogenizar las muestras, se llena un tambo metálico de 200 litros y se procedió a pesar con una báscula de 120 kilogramos.

Tabla XVII. Recolección de muestras de desechos sólidos en las 4 zonas del municipio

Se dividió zona en cinco subzonas para el procedimiento, sacando cuatro muestras en diferentes días.

ZONA 1

Áreas	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio de Peso/kg	TAMBOS PROMEDIO POR ZONA	GENERACION DE RSM/KG	TONELADA	GENERACION DE RSM/T
	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg					
1	30	30	25	24	27.25	25	681.25	907.18	0.75
2	29	28	20	15	23	15	345	907.18	0.38
3	28	28	22	24	25.5	18	459	907.18	0.51
4	26	25	23	24	24.5	18	441	907.18	0.49
5	26	28	22	26	25.5	15	382.5	907.18	0.42
							2308.75		2.54

ZONA 2

Áreas	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio de Peso/kg	TAMBOS PROMEDIO POR ZONA	GENERACION DE RSM/KG	TONELADA	GENERACION DE RSM/T
	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg					
1	32	30	30	25	29.25	25	731.25	907.18	0.81
2	30	31	25	20	26.5	15	397.5	907.18	0.44
3	28	30	25	25	27	18	486	907.18	0.54
4	28	28	25	25	26.5	18	477	907.18	0.53
5	26	27	25	26	26	15	390	907.18	0.43
							2481.75		2.74

ZONA 3

Áreas	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio de Peso/kg	TAMBOS PROMEDIO POR ZONA	GENERACION DE RSM/KG	TONELADA	GENERACION DE RSM/T
	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg					
1	35	30	32	30	31.75	25	93.75	907.18	0.87
2	32	30	28	22	28	15	420	907.18	0.46
3	30	30	27	25	28	18	504	907.18	0.56
4	30	28	27	27	28	18	504	907.18	0.56
5	28	28	22	27	26.25	15	393.75	907.18	0.43
							2615.5		2.88

ZONA 4

Áreas	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio de Peso/kg	TAMBOS PROMEDIO POR ZONA	GENERACION DE RSM/KG	TONELADA	GENERACION DE RSM/T
	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg	Peso/kg					
1	40	35	40	45	40	25	1000	907.18	1.10
2	35	37	35	30	34.25	15	513.75	907.18	0.57
3	30	32	30	30	30.5	18	549	907.18	0.61
4	35	30	32	30	31.75	18	571.5	907.18	0.63
5	30	30	28	32	30	15	450	907.18	0.50
							3084.25		3.40

Fuente: elaboración propia

Tabla XVIII. Cuadro que muestra la cantidad de residuos sólidos municipales que se generan en las 4 zonas del municipio de Patzicia departamento de Chimaltenango

ZONAS	GENERACION DE RSM/KG/DIARIO	GENERACION DE RSM/T/DIARIAS
1	2308.75	2.54
2	2481.75	2.74
3	2615.5	2.88
4	3084.25	3.4
TOTAL	10,490.25	11.56

Fuente: elaboración propia.

Se toma en cuenta los alcantarillados y se pudo constatar que la mayoría están tapados por acumulación de desechos sólidos y poco mantenimiento por falta de un tren de aseo municipal.

Al tener las cantidades de desechos sólidos ya se puede realizar el cálculo para la implementación de un tren de aseo en el municipio que beneficiará a la población, gobierno local y comunidad a tener y mantener limpias las calles del municipio, esto para contribuir al desarrollo municipal.

4.2. Recolección y transporte

4.2.1. Objetivo principal de recolección

La recolección y transporte es una etapa importante dentro del ciclo del manejo de residuos sólidos municipales.

El objetivo principal es sacar todo tipo de desecho sólido de las calles y avenidas del municipio y trasladarlos a su disposición final, con el único fin de dejar limpias todas las vías y darle una buena presentación al municipio para que se genere más turismo, además de desahogar las calles de basura principalmente los alcantarillados que por estar tapados generan inundaciones, además de inculcar en el vecino y transeúnte una educación ambiental adecuada.

También hay que tomar en cuenta el equipo necesario y el medio de transporte más adecuado para que se optimicen los recursos y trazar una logística dependiendo de la situación.

4.2.2. Situación actual de la recolección

En el municipio no se cuenta con un sistema de recolección de desechos sólidos que cubra todo el casco urbano, al momento de la caracterización se observa que solo se realiza limpieza en el área del mercado que está ubicado en la zona 4 de la población.

El procedimiento que se emplea es que un grupo de personas o cuadrilla junta todo el desecho sólido en un área pequeña donde prevalece el desecho de característica orgánica, seguidamente y lo introduce en costales, los cuales son transportados a un vehículo de 4 ruedas el cual a su vez lo traslada a un botadero que está a 400 metros del lugar de recolección.

Por su parte, la cuadrilla de recolección no utiliza ningún tipo de protección ni seguridad, lo cual contribuye a que estén expuestos a infecciones que los desechos sólidos causan.

Verificar en la municipalidad de Patzicia, se pudo observar que el plan de recolección de recolección de desechos sólidos es inadecuado, además las personas que realizan este tipo de recolección están contratadas bajo un renglón, el cual no tiene beneficios de seguro o IGSS.

Por lo anterior, se determina que es urgente la implementación del tren de aseo con las normas y la logística necesaria para mejorar el medio ambiente y la salud del vecino principalmente en los niños.

4.2.3. Situación actual de transporte

En el sistema de recolección de desechos sólidos municipales en Patzicia como se mencionó anteriormente solo se realiza en un área específica en este caso el mercado municipal, donde se generan gran cantidad de desechos sólidos orgánicos, estos son transportados por un vehículo de 4 ruedas tipo pick up de modelo antiguo a un botadero que está dentro del municipio.

Para dicho proceso se cuenta con una logística poco eficiente de traslado y un escaso análisis de gasto de recurso, lo que representa solo es una solución inmediata al problema general.

4.2.4. Equipos y vehículos de recolección, importancia de sus características

El motivo de la investigación es que se tengan datos concretos sobre el trabajo de desechos sólidos y que sean sencillos de comprender así posteriormente se utilicen, para mejorar los sistemas y equipos de manejo de desechos sólidos en el municipio de Patzicia.

El equipo y transporte que se propone es con base a las siguientes características:

- Cantidad de residuos sólidos generados.
- Características de residuos sólidos en el área de recolección.
- Cálculos de peso y volumen del residuo sólido.
- Tipo de área y topografía del lugar.
- Viabilidad.

- Economía en la implementación

Se sugiere que para los vehículos se tome una marca de renombre y que el repuesto sea fácil de obtener, por lo mismo tomar en cuenta los siguientes factores:

- Motor (caballos de fuerza, resistencia)
- Chasis y resistencia de carga.
- Alturas de base de seguridad para carga.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.
- Tipo de neumático para camino.
- Espacios para tripulación.

Los factores tanto de características del lugar como características del transporte son importantes para seleccionar el vehículo más adecuado tomando en cuenta su clasificación y ventajas y desventajas.

4.2.4.1. Topografía y accesibilidad del casco urbano de Patzicía

El municipio de Patzicía como se ha mencionado, cuenta con 5 zonas, de las cuales la zona 5 no se toma en cuenta y se justifica porque no está muy identificada todavía como área urbana.

Luego de analizar las 4 zonas del municipio, se establece que todas cuentan con accesibilidad, las calles y avenidas en un 85 % están adoquinadas, en un 10 % están asfaltadas y en un 5 % son de terracería.

Figura 11. Vías de acceso de Patzicía



Fuente: Secretaria de Planificación y Programación

Se establece entonces que la accesibilidad de cualquier vehículo en las zonas del casco urbano no es complicada, por lo que lo hace más rápido en un recorrido.

4.3.4.2. Propuesta de vehículo para la recolección

Conocer el área que se va cubrir con todas sus características y tomar en consideración los recursos de la municipalidad, se escoge el siguiente vehículo:

Tabla XIX. **Propuesta de vehículo**

VEHICULO	VENTAJA	OBSERVACION
<p>Camión de motor diesel de 4 tiempos. Potencia 121HP a 2900rpm. Marca reconocida en el mercado. Capacidad de carga 12 toneladas. Velocidad de 97Km por hora. Dirección hidráulica. Frenos totalmente aire. Velocidades, 6 cambios sincronizados Tanque de combustible 40 galones. Tipo de neumático pantanero. Resistencia de chasis, largo 6525mm. Altura de carga de 1 a 1.40 metros.</p>	<p>Bajo costo en relación con los vehículos tecnificados. Descargas más rápidas. Bajo consumo de combustible. Las reparaciones mayores ocurren en altos rangos de kilometraje. Variedad de repuestos y fácil accesibilidad para compra. Mantenimientos preventivos de bajo costo Se puede tener la opción de comprarlo usado.</p>	<p>La carrocería se puede modificar a cerrada para que los desechos sólidos no se esparzan durante el recorrido. El peso se establece por las toneladas diarias generadas en el municipio.</p>

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Modelo de camión a implementar**



Fuente: diseño de camiones 2015.

4.2.5. Diseño de las rutas de recolección

Las ruta de recolección de los desechos sólidos, es una fase de las más importantes dentro del tren de aseo, esto porque representa el gasto mayor y el la mayor inversión donde se evalúa si el servicio es óptimo o no.

Para el trazo de rutas, se analizó y se consultaron varios estudios bibliográficos.

Las Secretaria de Desarrollo Social de México en su manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales menciona que en el medio mexicano las rutas se han implementado con base a experiencia de personal que han laborado en esa área, pero que no siempre son las mejores porque un mal diseño produciría desperdicio de recurso y personal.

Luego de tomar en cuenta las características del municipio, se implementaron reglas realizadas por la Secretaria de Desarrollo Social de México en su manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos:

Reglas para diseño de rutas:

- El diseño de rutas trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.
- Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área.
- El inicio de una ruta debe de estar cerca del lugar donde sale el camión y el final cerca del lugar de la disposición final.
- Tratar de recolectar ambos lados de la calle. Sin embargo, no es recomendable en calles muy anchas o muy transitadas. En este sentido, Patzicia cuenta con calles no muy anchas y de poco tránsito.
- Respetar las señales de tránsito.
- Evitar maniobras difíciles con el transporte para ahorro de tiempo.
- Es preciso reconocer muy bien las características del lugar para que la ruta no tenga mucho problema.

En el trabajo de gabinete se pudo constatar que existen dos tipos de rutas: las micro rutas y las macro rutas, para el municipio de Patzicia se toma las macro rutas porque se dividen las 4 zonas a cubrir, haciendo la aclaración que las 4 zonas las cubrirá un camión, esto a consecuencia de poco recurso municipal.

Para implementar el sistema se dividió en zonas según el croquis del municipio.

Figura 13. **División de zonas para implementación de un tren de aseo**



Fuente: Dirección Técnica de Planificación Municipal, Patzicia

A continuación se muestran los puntos de mayor generación de residuos sólidos para tener un parámetro de ruta.

Figura 14. **Puntos clave de generación de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia, con base a mapa de Dirección técnica de Planificación, Patzicia.

Para establecer las macro rutas se da la población de cada zona y la producción de residuos salidos, además de la frecuencia del servicio expresados en días semanas, en este caso serían 2 días que son los más recomendables quedando así la nomenclatura para cálculos:

Nomenclatura para cálculos de recolección de tren de aseo:

P= población de cada zona.

G= producción de residuos salidos.

F= frecuencia de servicio.

7= días de la semana.

Fr= factor de reserva. (Estado, edad promedio y mantenimiento de vehículo)

K= factor cobertura (en lugares céntricos, disminuyendo en periferia)

N= número de viajes

C= capacidad útil del vehículo en kg.

Dh= días hábiles.

4.2.5.1. Determinación del número de vehículos para el municipio de Patzicía

Para la determinación de vehículos para la recolección de los desechos sólidos, se realizó el siguiente cálculo:

Población: 21,240 habitantes.

Habitantes casa: 4

Frecuencia de recolección: 2/7

Duración de la jornada: 8 horas

Generación de residuos salidos: 08 kg/hab. (Dato para cálculo municipal)

Factor de cobertura: 100%

Factor de reserva: 1.10

Peso volumétrico: 573.75 kg/m³

Rendimiento: 560 kg/hombre7hrs

Viajes. 1

Volumen de caja: 12m³ (dato subjetivo ya que no existe compactación)

$$Nv = \frac{GxPx7xFrxK}{Nx Cxdh}$$

$$Nv = \frac{0.8x21,201x7x1.1x1}{2x6885x6}$$

$$Nv = \frac{149318.40}{82,620}$$

$$Nv = 1.8$$

$$Nv = 2$$

Según cálculos se necesitan 2 camiones para realizar la recolección en dos zonas, pero en el municipio de Patzicia se va utilizar un camión para el casco urbano, ya que no se cuenta con recurso suficiente para la adquisición de más camiones.

4.2.5.2. Determinación del número de personas para la cuadrilla para limpieza

Para la determinación de personas para la cuadrilla de recolección de los desechos sólidos se realizó el siguiente cálculo:

$$Nr = \frac{NxC}{R \times H}$$

$$Nr = \frac{2 \times 6885}{560 \times 8}$$

$$Nr = 3$$

Se necesitan 3 personas para la implementación del tren de aseo.

Distancias que atenderá el tren de aseo:

$$P \times G \times \left(\frac{G}{f}\right) = N \times C$$

$$C = 560 \times 6 = 3360$$

$$P \times 0.5 \times 3 = 2 \times 3360$$

$$1.5 \times P = 6720$$

$$P = 6720 / 1.5 \text{ Hab.}$$

$$P = 4480$$

La distancia que atenderá el tren de aseo es de 4.50 kilómetros aproximados.

4.2.5.2. Determinación de longitud del tren de aseo

Tiempo disponible 270 minutos (8 horas de trabajo)

Velocidad de avance: 1.5 Km/hrs

Densidad de población: 1120hab/Km

Distancias productivas: varía entre 0.6 a 0.9 (0.75)

$$\frac{P}{d} = \frac{4480}{746} = 6$$

$$\frac{\alpha \times T \times r}{60} = \frac{0.8 \times 270 \times 1.5}{60} = 5.4$$

Se toma un cálculo de 270 minutos de tiempo disponible.

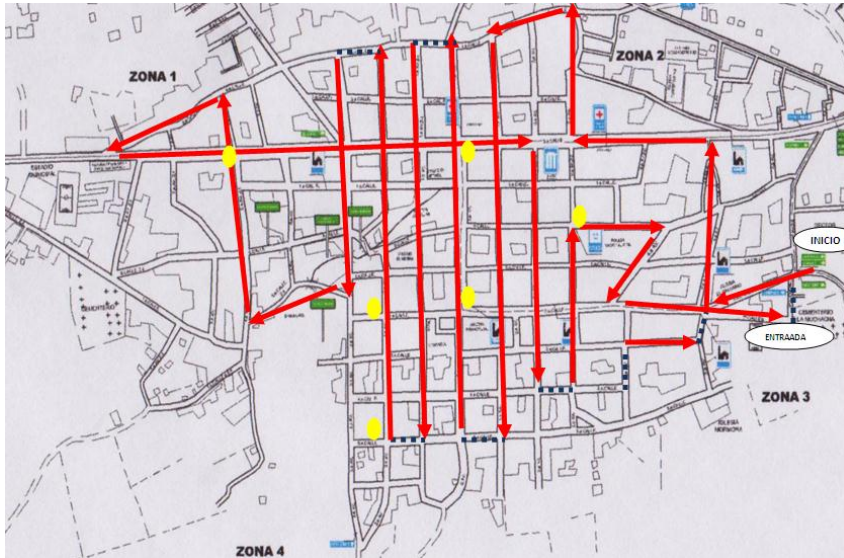
Recorridos




Se traza una ruta de recolección en el casco urbano de Patzicia, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Accesibilidad del lugar y topografía.
- Caminos en buen estado.
- Mayor incidencia de residuos sólidos
- Optimización de recorrido.
- Cálculos de kilómetros recorridos.

Se utilizó la teoría de grafos, teniendo en cuenta los sentidos de vía.

Figura 15. Rutas de recorrido



-  = RUTA DE RECORRIDO
-  = TIEMPOS MUERTOS
-  = RECIPIENTES DE BASURA

Fuente: elaboración propia, con base a mapa de Dirección técnica de Planificación, Patzicia.

Los recipientes de basuras estarán en puntos clave donde el camión pase y lo recoja en el menor tiempo posible.

4.2.5.4. Días y horarios

El tren de aseo realizará el recorrido de la siguiente forma:

Tabla XX. Días y horarios de recorrido

ZONA	NUMERO DE SECTORES	AREA DEL SECTOR	CARGA TONELADAS	FACTOR CAPACIDAD SOBRE 12 TONELADAS	TIEMPO EMPLEADO SOBRE 8 HORAS DE TRABAJO	DIAS DE RECORRIDO	HORARIO
Zona 1	1	21 cuadras	2.54	21.16%	1.5	LUNES Y JUEVES	14:00 A 16:00
Zona 2	1	23 cuadras	2.74	22.83%	1.5	LUNES Y JUEVES	14:00 A 16:00
Zona 3	1	26 cuadras	2.88	24.00%	1.8	LUNES Y JUEVES	6:00 A 12:00
Zona 4	1	22 cuadras	3.40	28.33%	2.0	LUNES Y JUEVES	6:00 A 12:00

Fuente: elaboración propia.

La frecuencia de tren de aseo, se realizará dos días a la semana, esto con el fin de evitar costos, se establecieron los horarios de recolección tomando en cuenta el tráfico y la aglomeración de personas los días lunes y jueves.

Es importante mencionar que se ha implementar a la recolección el método de acera, recolectando por cuadra, como se explica a continuación:

Mientras que el vehículo de recolección pasa por las zonas urbanas, la cuadrilla recolecta en forma manual los desechos sólidos en las cuadras de una forma rápida y eficiente, utilizando escobas, rastrillos, recipientes y carretas de mano, para la efectividad del servicio.

La cuadrilla de recolección debe de estar integrada por un piloto y 3 peones perfectamente capacitados para el trabajo.

Hay que hacer mención que según caracterización del municipio se van a tomar las calles y avenidas donde hay más índice de generación de desechos sólidos, ya que no en todas las áreas se genera desechos sólidos municipales.

Al implementar el método se analizan dos ventajas:

- Ventaja técnica: el proyecto se compone de un estudio y una caracterización previa de datos, cálculos y estadísticas, esto con el fin de hacer eficiente y efectivo el trabajo.
- Ventaja política: el trabajo de campo del sistema de recolección va ser observado por la población viendo en los resultados un desarrollo integral del municipio.
- Ventaja económica: se busca que el tren de aseo resulte una solución para el ornato del municipio, utilizando poco recurso, pero efectivo.

4.2.5.5. Equipo propuesto de recolección manual

Cuando hablamos de recolección manual es el trabajo que cada persona realiza en la cuadrilla, por lo tanto, es necesario que cuenten con el equipo de recolección siguiente:

- Overol de lona resistente a líquidos y productos peligrosos.
- Guantes para protección directa de infecciones de la piel.
- Mascarillas para protección de virus e infecciones respiratorias.
- Botas de material resistente de seguridad industrial.
- Lentes de material transparente para protección de ojos.

- Casco de material resistente para evitar golpes.
- Botiquín de primeros auxilios en caso de accidentes.
- Material resistente para depósito de basura.
- Herramientas para recolección.

La seguridad del personal de cuadrilla es muy importante para traslado y recolección de desechos sólidos, además la municipalidad evita en gastos innecesarios por no contar con la seguridad correspondiente.

4.2.5.6. Plan de financiamiento

Para el plan de financiamiento se propone y determinan el siguiente presupuesto:

CUADRO XXI
PRESUPUESTO PARA TREN DE ASEO

MUNICIPIO

PATZICIA

DEPARTAMENTO

CHIMALTENANGO

RECURSO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	COSTO ESTIMADO	0 años	1 año
Estudios	estudios técnicos y legales	1	Q 50,000.00	Q 50,000.00	
TRANSPORTE					
Camión propuesto	Camión motor diesel, 4 tiempos, marca reconocida, dirección hidráulica, frenos de aire, capacidad de carga 18 toneladas, velocidad 97kms*hora, tanque de combustible 40 galones, altura de carga 1 a 1.40 mts.	1	Q 250,000.00	Q 250,000.00	Q 18,200.00
EQUIPO DE SEGURIDAD					
Overol	Lona, resistente a líquidos peligrosos	3	Q 300.00	Q 900.00	Q 900.00
Guantes de nitrilo (caja 72 pares)	Protección directa para infecciones de piel (pares)	2	Q 1,200.00	Q 2,400.00	
Botas	Seguridad industrial (pares)	3	Q 500.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Lentes policarbonato	Material transparente (pares)	3	Q 200.00	Q 600.00	Q 600.00
Mascarillas (caja de 160 unidades)	Material adecuado	2	Q 870.00	Q 1,740.00	
Casco	Material Resistente para evitar golpes	4	Q 200.00	Q 800.00	Q 800.00
Botiquín Auxilios	Primeros Caso de accidentes	1	Q 800.00	Q 800.00	Q 500.00
Depósitos de basura	Material resistente	6	Q 1,000.00	Q 6,000.00	Q 800.00
Carretillas de mano	Material resistente	3	Q 250.00	Q 750.00	
Palas	Medidas acorde para recoger basura	6	Q 75.00	Q 450.00	Q 450.00
Rastrillos	Separación de basura	6	Q 75.00	Q 450.00	Q 450.00
Escobas	Limpieza en puntos clave	20	Q 75.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Contenedores	Metal (capacidad 0.2m3)	4	Q 1,500.00	Q 6,000.00	
Costales (ciento)	Material resistente	200	Q 4.00	Q 800.00	
ADIESTRACION DE PERSONAL					
Capacitaciones	Recolección y manejo de desechos sólidos	2	Q 1,000.00	Q 2,000.00	Q 1,000.00
TOTAL				Q 326,690.00	Q 26,700.00

CLASIFICACION SALARIAL				PRESTACIONES									PRESTACION MENSUAL TRABAJADOR	PRESTACION ANUAL TRABAJADOR	SALARIO + PRESTACION ANUAL 0	SALARIO + PRESTACION ANUAL 1	SALARIO + PRESTACION ANUAL 2
PERIODO DE TRABAJO	PUESTO	PLAZAS	BASE	BONO	SALARIO MENSUAL	SALARIO ANUAL	BONO 14 8,33%	AGUINALDO 8,33%	VACACIONES 4,45%	INDEMNIZACION 8,45	VENTAJAS ECONOMICAS 3%						
0 Y 1																	
0 al 10	Piloto	1	Q 2,800.00	Q 300.00	Q 3,100.00	Q 37,200.00	Q 233.24	Q 233.24	Q 236.60	Q 84.00	Q 84.00	Q 871.08	Q 10,452.96	Q 47,652.96	Q 47,886.20	Q 48,119.44	
0 al 10	Operarios	2	Q 2,600.00	Q 300.00	Q 2,900.00	Q 69,600.00	Q 216.58	Q 216.58	Q 219.70	Q 78.00	Q 78.00	Q 808.86	Q 19,412.64	Q 89,012.64	Q 89,229.22	Q 89,445.80	
			Q 5,400.00											Q 136,665.60	Q 137,115.42	Q 137,565.24	

GASTO DE COMBUSTIBLE

VEHICULO	TIPO	MARCA	CAPACIDAD DE TANQUE	KMS*GLN	DISTANCIA DE TREN DE ASEO (KMS)	GALONES GASTADOS	DIAS DE RECORRIDO	TOTAL DE GALONES	P/U GALON DE COMBUSTIBLE	TOTAL DIARIO	TOTAL MENSUAL	TOTAL ANUAL
CAMION	DE CARGA	COMUN EN EL MERCADO	40	14	5	10	2	15	Q 18.00	Q 270.00	Q 2,160.00	Q25,920.00

MANTENIMIENTOS

VEHICULO	TIPO	MARCA	NUMERO DE MANTENIMIENTOS AL AÑO	ESTIMADO DE MANTENIMIENTO	TOTAL AL AÑO
CAMION	DE CARGA	COMUN EN EL MERCADO	4	Q 1,800.00	Q 7,200.00
MEDIO	TIPO	MARCA	NUMERO DE MANTENIMIENTOS AL AÑO	ESTIMADO DE MANTENIMIENTO	TOTAL AL AÑO
CONTENEDORES Y DEPOSITOS	DEPOSITO	COMUN EN EL MERCADO	4	Q 600.00	Q 2,400.00

LLANTAS

VEHICULO	TIPO	MARCA	CANTIDAD DE LLANTAS	ESTIMADO DE LLANTAS	TOTAL AL AÑO
CAMION	DE CARGA	COMUN EN EL MERCADO	4	Q 2,800.00	Q 11,200.00

Fuente: elaboración propia

4.2.5.7. Fuentes de inversión

Para contar con la inversión para la implementación del tren de aseo en el casco urbano de Patzicia, se propone las siguientes opciones:

- Financiamiento de la municipalidad:

Se le plantea a la municipalidad un análisis de su presupuesto que es el plan de acción para cumplir con las metas previstas, esto con el fin de que incluyan la propuesta y se tenga financiamiento para ejecutar, cumpliendo con las leyes establecidas. Posteriormente, se le pide apoyo a SEGEPLAN para que apruebe la propuesta y que le dé seguimiento y asesoría a la misma.

Otro tipo de financiamiento es fijar una tasa por servicio, esto genera la presentación efectiva a favor del contribuyente. La determinación de las tasas deben de analizarse muy bien para que estas sean equitativas, justas y acorde al entorno socioeconómico de la población. Antes de fijar las tasas por servicios la municipalidad debe de realizar una proyección de los costos

por servicio, en este sentido debe de tomar en cuenta lo siguiente: los costos directos (salarios mensuales), los costos indirectos, costos de presentación del servicio, costos de mantenimiento y reparaciones, costos administrativos y otros gastos no incluidos.

La internalización del servicio, contratar una empresa de servicios de tren de aseo, dependientes de la administración municipal, pero con libertad de gestionar los servicios que se le otorgaron, teniendo la municipalidad un sistema de control estricto y cumpliendo con todos los parámetros de ley.

- Gestión con las instituciones privadas o ayudas internacionales:

En Patzicia existe varias ayudas internacionales que pueden colaborar con el gobierno local entre ellas están:

- Goodneighbors: es una institución que se dedica a la ayuda humanitaria y desarrollo sostenible de las comunidades a través de proyectos, programas, capacitaciones y asesoría en apoyo a proyectos que generen ingresos.
- Cooperación coreana: es una agencia que administra los programas de cooperación técnica para países en desarrollo y promueve el acceso a servicios públicos por medio de reforzar, construir instalaciones físicas además de proporcionar equipo necesario.

Las dos instituciones mencionadas trabajan continuamente en el municipio, por lo que la gestión para la propuesta se vuelve más accesible.

Marketing municipal: el *marketing* puede contribuir a generar recursos e ingresos para sufragar los gastos del servicio por medio de:

Incentivar a los comercios para que paguen publicidad en espacios públicos autorizados por la municipalidad.

Reducir costos donde dichos comercios se encarguen del ornato de un determinado espacio y promocionen su producto.

Es muy importante que el Concejo Municipal le dé prioridad a la propuesta de tren de aseo porque en el municipio representa una necesidad que se le tiene que dar solución.

Para establecer resumidamente todos los aspectos técnicos y económicos de la propuesta se establece una ficha técnica. (Ver anexo 9).

4.2.5.7. Presentación de resultados

Con el resultado de esta investigación se expondrá a la municipalidad de Patzicia, departamento de Chimaltenango, la propuesta de la Implementación del Tren de Aseo Urbano para darle la debida manipulación técnica de 12 toneladas de desechos sólidos que diariamente se generan en las 4 zonas principales del municipio, esto con el único fin de que la municipalidad aporte y gestione los recursos para que el proyecto sirva de beneficio a la población.

- **Información sobre proyectos de desechos sólidos en la municipalidad**

Se visitó la municipalidad para recabar toda la información sobre manejo de desechos sólidos en el municipio constatándose que cuenta con información escasa en forma impresa sobre el tema además, según el departamento de planificación carece de proyectos de esta índole.

En lo que respecta a la legislación de desechos sólidos es escasa la información sobre su aplicación en el municipio, esto a consecuencia que las leyes de desechos sólidos se discuten poco en reuniones municipales, partiendo que los consejos de primer nivel y segundo nivel están desorganizados para proponer planes, proyectos y políticas municipales, según lo establece la Ley de Consejos de Desarrollo.

El tema ordenamiento territorial municipal es de poca trascendencia en el gobierno local, ya que el Plan de Ordenamiento está en proyecto y esto hace más difícil la implementación de proyectos de desarrollo como el manejo técnico de desechos sólidos, creando un impacto ambiental desfavorable para el municipio, esto se evidencia en el en el *Ranking* de SEGEPLAN realizado en el año 2012, donde Patzicia se encuentra ubicado en el puesto número 233.

Como parte de la investigación se detectó el siguiente cuadro:

Tabla XXI. **Índices de gestión municipal, comparación 2012 -2013**

INDICE	2012	2013	NIVEL Bajo/Alto/Igual
Índice de Gestión	0.2739	0.2739	Igual
Índice de Participación	0.0000	0.0000	Igual
Índice de Información Ciudadana	0.5543	0.5490	Bajo
Índice de Servicios	0.1272	0.0000	bajo
Índice de Gestión Administrativa	0.3857	0.3800	bajo
Índice de Gestión Financiera	0.3034	0.3092	Alto
Índice de Gestión Estratégica	0.2727	0.2727	Igual
Índice de Municipio Saludable	0.0887	0.0853	bajo
Índice de Uso de la Tecnología	No hay	0.0000	bajo

Fuente: ranking Municipal, SEGEPLAN.

En el cuadro anterior se puede observar que el índice de atención a los servicios municipales, el gobierno local está por debajo de lo establecido, esto demuestra que los mismos servicios están bien atendidos.

- **Finanzas y presupuesto municipal:**

En la parte presupuestaria y financiera el recurso es escaso por la falta de ingresos que percibe el gobierno local y su mayor soporte es el apoyo que recibe del gobierno central, este caso es típico en la mayoría de municipios que perciben el situado constitucional.

Verificando con el Director financiero hacia la observación que es un municipio que contribuye poco para que los ingresos se perciban en un 100 %, pero además falta implementar una norma que obligue al vecino a

efectuar sus pagos, que en su mayoría tiene pagos pendientes de 5 años atrás en diferentes servicios, la municipalidad no cuenta con muchas formas de ingresos, lo que se percibe aproximadamente es un 35% el cual es bajo y limita las inversiones que la municipalidad hace en servicios básicos.

- **Servicio y educación de los desechos sólidos en el área urbana:**

Después de recabar información con el Concejo Municipal, se procedió a caracterizar el área de investigación, donde se identificaron los lugares que generan más residuos sólidos en las calles y avenidas del municipio, siendo estos: los mercados, los centros educativos y los comercios.

Además, se estableció que el urbano no cuenta con un tren de aseo que se maneje de forma técnica, el servicio que se realiza es de recoger la basura en el sector del mercado en los días de comercio y llevarlos a tirar a un botadero, sin que esta tenga una ruta de recolección ni personal capacitado para el traslado.

La municipalidad no percibe ingresos de traslado y recolección de basura, existen empresas privadas que recolectan basura, pero estas son domiciliarias y no pagan algún impuesto por ese servicio, además de no contar con todos los requisitos necesarios para funcionar, esto evidencia que la municipalidad no obtiene ningún beneficio económico por el funcionamiento de estas empresas.

Los tragantes del municipio reciben un mantenimiento inadecuado y la limpieza se realiza con grandes diferencias de tiempo lo que ocasiona tapados de alcantarillados, generando estancamiento de agua e inundaciones además de focos de contaminación, aquí se duplica el gasto

por no contar con un tren de aseo, ya que además de traslado y recolección se tiene que costear la limpieza de tragantes y alcantarillados.

Entre las posibles causas del inadecuado mantenimiento de los tragantes es poco ingreso por alcantarillado que la municipalidad percibe que es de Q.11, 323.00 según constado en la Dirección Financiera, que se verifica en la cuenta 14.02.40.10.00, fuente 31-0151-0001, al igual que el canon de agua es un recurso que la municipalidad percibe poco.

En la visita realizada a 6 escuelas de nivel primario que funciona en el municipio se identificó la existencia de carteles pedagógicos, sin embargo, ninguno relacionado con el medio ambiente, por lo que se puede afirmar que hace falta promover una educación continua y profunda que permita que los futuros ciudadanos cuiden el ornato del municipio.

En la caracterización de las zonas, se observó los siguientes fenómenos: las personas que habitan la zona 1 le es indiferente el estado de sus calles ya que su fuente de ingreso es la agricultura por lo mismo la mayor parte del tiempo se la pasan en el campo, en las zona 2 y 3 las personas procuran mantener limpio su espacio pero no es continuo, en la zona 4 representa el de más movimiento comercial y económico, pero las personas contribuyen poco con la limpieza urbana.

En las entrevistas realizadas a personas al azarse obtuvo como resultado que la responsabilidad del servicio de recolección, manipulación y traslado de los desechos sólidos es de la municipalidad, pero se percibe falta de voluntad en darle solución inmediata al problema.

Tabla XXII. **Responsables de limpieza**



Fuente. entrevista a vecinos del municipio de Patzicia.

Las personas opinan que la propuesta del tren de aseo es parte de la solución si se tomara como una necesidad urgente.

Las autoridades locales expresan que un tren de aseo es necesario, pero antes hay educar a la comunidad para que estas depositen la basura donde corresponde además de que se tenga educación de pago para implementar dicho servicio.

Dentro de la caracterización de residuos sólidos, se procedió a la recolección de muestras en las 4 zonas, se mesclo tratando de homogenizar las muestras y se procedió a calcular su peso teniendo como resultado que en Patzicia se generan 11.56 toneladas diarias de residuos sólidos como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla XXIII. **Cantidad de residuos sólidos municipales que se generan en las 4 zonas del municipio de Patzicía**

ZONAS	GENERACIÓN DE RSM/KG/DIARIO	GENERACIÓN DE RSM/T/DIARIAS
1	2308.75	2.54
2	2481.75	2.74
3	2615.5	2.88
4	3084.25	3.4
TOTAL	10,490.25	11.56

Fuente: elaboración propia.

La implementación de un tren de aseo trae como resultado que esta generación de residuos sólidos se maneje técnicamente para su recolección y traslado buscando la mejor opción de inversión que represente menos costo y represente ingresos para la municipalidad, buscando varias opciones de financiamiento.

Para la propuesta de tren de aseo fue necesario tomar en cuenta las siguientes necesidades:

- Topografía y accesibilidad del casco urbano del municipio
- Determinación de tipo y cantidad de vehículos para recolección.
- Puntos clave de generación de desechos sólidos.
- Cantidad de personal para la cuadrilla de limpieza.
- Determinación de la longitud del tren de aseo (4.50 Km).

- Determinación de rutas de recorrido.
- Días y horarios de recorrido.
- Equipo propuesto para la recolección.
- Fuentes de inversión.

Revisando la topografía del lugar se obtiene como resultado que el municipio cuenta con una topografía y una estructura vial accesible lo que da la ventaja para reducir costos de depreciación y gasto de combustible de vehículo.

Se localizaron los puntos claves de generación de desechos sólidos donde se instalaran depósitos para hacer más fácil y económica la recolección, se estableció que el personal para la cuadrilla de limpieza pueden ser personas que ya laboren en la institución y se acoplen sus funciones diarias con las del tren de aseo, esto trae como resultado positivo que se ahorre en salarios, además se contribuye a la erradicación del desempleo en la población, este personal se ocupará de la recolección, y del manejo para la disposición final de los desechos.

En el análisis de transporte, se tomó la mejor opción tomando en cuenta tonelaje, consumo de combustible, mantenimientos, repuestos y maniobrabilidad tenido como resultado un camión convencional de 17 toneladas adecuado para las rutas de recolección de sistema diesel, marca conocida en el mercado con la opción de comprarlo usado y que su diseño se acople a las rutas de recolección.

Las rutas del recorrido se focalizaron teniendo en cuenta los sentidos de vía que dará como resultado la optimización de tiempo y recurso.

La caracterización de movimiento vehicular, comercial y desplazamiento de transeúntes en días y horarios, da como resultado que la propuesta funcione los días lunes y jueves, además son los días que el tráfico y aglomeración de personas es menor.

La propuesta de un tren de aseo trae como resultado calles limpias de desechos sólidos para que el vecino realice sus actividades más motivadas, genera turismo y recursos para el gobierno local y contribuye que el ambiente se mantiene libre de contaminación.

Ligorria (2004) expone que para reducir riesgos dentro de las comunidades los servicios públicos tienen que ser efectivos y planificados, en la investigación se expuso la efectividad de brindar servicio es una fortaleza del gobierno local. El Plan de Desarrollo Municipal de Patzicia: muestra que una de las problemáticas es la inexistencia de un sistema de recolección de basura municipal, esto a consecuencia que no se tiene un estudio técnico ni un análisis de financiamiento, para la inversión de estos proyectos, de ello surge la propuesta técnica para la implementación de un tren de aseo de desechos sólidos para el casco municipal, compatible con el ambiente y proyecto viable socialmente.

4.2.5.9. Discusión de los resultados

Según resultados presentados durante la investigación, la municipalidad de Patzicia no presenta proyectos de recolección y traslado de desechos sólidos municipales, por lo que en las calles y avenidas del municipio se generan 11.54 toneladas de desechos sólidos.

Según el listado de proyectos de ejecución y ejecutados todos son de inversión, pero ninguno para manejo de desechos como se exponen a continuación:

- Construcción del sistema de alcantarillado sanitario segunda fase, sector las cruces zona 1 y 4, Patzicia.
- Mejoramiento de calle entrada principal Aldea Cerritos Asunción.
- Mejoramiento de Calle 4to cantón, aldea el Camán.
- Mejoramiento de Calle caserío Las Parcelas.
- Construcción de edificio Alcaldía Auxiliar, aldea El Camán.
- Asistencia Alimentaria Para familias de escasos recursos del Municipio de Patzicia.

Dentro del portal de gobiernos locales, se puede analizar que la municipalidad de Patzicia dentro del rubro desarrollo urbano y rural tiene asignado Q.100, 169.00, los cuales se han utilizado para construcción sin que aparezca algún proyecto de recolección y traslado de desechos sólidos, en este caso es importante que la población participe y proponga proyectos como lo son los de desechos sólidos para que la municipalidad los tome en cuenta.

En el estudio se pudo comprobar que la municipalidad realiza un barrido empírico dentro de una pequeña área donde se establece el mercado, dejando el resto de zonas sin el servicio de limpieza, por lo tanto, la propuesta de la implementación del tren de aseo es necesaria y urgente.

La limpieza del área mencionada le cuesta a la municipalidad Q.701, 199.34, según datos consultados en el portal de gobiernos locales, en la

ejecución presupuestaria del municipio en el rubro conservación de limpieza del mercado municipal año 2015.

El Plan de Desarrollo Municipal es una herramienta muy importante, en él se muestra la problemática de los desechos sólidos, pero se discute la ejecución del mismo porque no se tiene claro que papeles juega el gobierno local y las instituciones que apoyaron a la elaboración del mismo.

La municipalidad explica que si se tienen leyes y reglamentos sobre desechos sólidos pero según resultados de la investigación esas leyes son poco aplicables porque la municipalidad hace una inadecuada interpretación del decreto 12-2002 que le asigna la responsabilidad de la buena gestión de los desechos sólidos, lo que trae como consecuencia un impacto ambiental y socio económico poco positivo.

SEGEPLAN como ente asesor ha implementado poco el plan de ordenamiento territorial en el municipio lo que trae como consecuencia que la administración municipal lo analice de forma equivocada y así no se apliquen las herramientas técnicas para poderlas utilizar en inversión de proyectos, por su parte la población pierde el beneficio de proyectos reales y viables y el presupuesto no alcance la ejecución deseada.

La asignación del presupuesto de la municipalidad comparado con otros años tienen la misma similitud, la dirección financiera pareciera implementar poco análisis para realizar el presupuesto, por lo mismo son pocos los espacios dentro del para la propuesta de un proyecto de tren de aseo municipal.

El gobierno central tiene que poner más énfasis en el concepto autonomía municipal, dejar que los gobiernos locales sean independientes y busquen sus propios recursos, para que los servicios que brinden sean efectivos.

Ligorria (2004) expone que para reducir riesgos dentro de las comunidades los servicios públicos tienen que ser efectivos, en la investigación se describe que además de efectividad del servicio este debe de ser a largo plazo.

La municipalidad como ente rector de garantizar los servicios básicos debe de reunirse con todas las instituciones que funcionan en la comunidad motivándolos a que incorporen de mejor manera los temas de limpieza y ornato para mejorar los índices del municipio sobre prestación de servicios y así evitar enfermedades y focos de contaminación que se convierten en factores de riesgo para la población en general, por ello, la gestión para el fortalecimiento de promoción y educación son esenciales para mantener un ambiente libre de contaminación.

En el resultado de las entrevistas con la población se dictamina que en el 80 % de la población entrevistada cree que las autoridades municipales no han logrado darle una solución factible al tema de drenaje por falta de un análisis técnico, según la investigación, las autoridades municipales deberán de reorientar sus prioridades especialmente en el desarrollo de obras y proyectos de saneamiento para mejorarlo durante los años 2016, 2017 y 2018.

Los costos de este mejoramiento tienen que reflejarse en su presupuesto y generando recursos propios y de lo que pueda acceder a través del sistema de los consejos de desarrollo.

El análisis del costo y servicio es una parte muy importante para la operación de proyectos de saneamiento en este caso del tren de aseo esto con la finalidad de lograr la sostenibilidad del proyecto, exponiéndolo a la población para que participe en el mismo y con el tiempo llegue a pagar el costo del servicio sin perder el concepto de proyecto social.

Dentro de la caracterización de desechos sólidos se cumplió con el objetivo de calcular técnicamente cuantas toneladas de desechos sólidos se generan las calles del municipio el resultado nos mostró que son 11.56 toneladas diarias esto significa un impacto ambiental y un impacto económico poco positivo principalmente en el comercio, ya que las personas que visitan el municipio se llevan una mala impresión de la presentación del mismo, desmotivándolas a no regresar, también significa un impacto social, la acumulación de basura desmotiva a la población en realizar actividades para el desarrollo del municipio, con el objetivo del manejo de los desechos sólidos los impactos esperados son positivos y de progreso en la población.

El resultado principal la propuesta del tren de aseo, resuelve en gran medida el problema de los desechos sólidos en las calles del municipio después de determinar los parámetros técnicos necesarios se obtienen los siguientes impactos positivos:

- Servicio de recolección de residuos sólidos en las 4 zonas del municipio.
- Las condiciones de limpieza en las calles son mejoradas con el tren de aseo.
- Se mejora las condiciones ambientales y la salud dentro de la población.
- Se contribuye para la creación o mejoramiento del empleo.
- Se contribuye con la educación y se crea más conciencia ambiental.

El Plan de Desarrollo Municipal del municipio es la base fundamental que sostiene la propuesta de la implementación del tren de aseo que es el objetivo principal y significa parte de la solución del problema del trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

1. En el municipio de Patzicía se generan 12 toneladas de desechos, de los cuales casi el 60 % son catalogados como inorgánicos y el resto son orgánicos. Se encuentran diseminados en las 4 zonas del área urbana del municipio, principalmente en el área comercial. Los desechos sólidos domiciliarios son manejados por una empresa particular; de los desechos generados en el mercado municipal se ocupa la municipalidad. La disposición final no es manejada adecuadamente, ya que toda la basura la tiran en un vertedero situado en la periferia del casco urbano. En la actualidad se realizan pláticas para el manejo integral de los desechos sólidos con municipalidades vecinas.
2. Para el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en las calles de Patzicia se requiere de personal y maquinaria apropiada. Se estima que se deben involucrar, dado el volumen de basura, a tres personas que se ocupen de barrer y acumularlas en puntos clave. Se necesita además un camión con capacidad para cargar las 12 toneladas generadas, el tren de aseo se debe realizar durante dos veces a la semana siendo los días lunes y jueves recomendables en horarios estipulados para ahorrar tiempo y recurso además de proveer al personal con el equipo de seguridad adecuado.
3. Se considera que se debe gestionar medio millón de quetzales para la implementación del tren de aseo, los cuales servirán para la compra de un camión, salarios de personal, compra de equipo de seguridad e insumos necesarios para la recolección, traslado y disposición final.

RECOMENDACIONES

1. La municipalidad puede invertir en el tren de aseo Q.250,000.00 y gestionar con el gobierno de Taiwán la compra del camión que se utilizará para la recolección de los desechos sólidos; además de involucrar a los grupos organizados de agricultores y comerciantes locales para que inviertan en la propuesta llegando a acuerdos donde las dos partes salgan beneficiadas, la municipalidad con mantener limpias las calles y avenidas del municipio y estos grupos con incrementar el comercio y la promoción de sus productos.
2. Los técnicos municipales de mantenimiento de la municipalidad (ver organigrama) se deben de ocupar de la coordinación y funcionamiento del tren de aseo, verificando todos los sistemas, rutas e insumos para que el mismo funcione eficientemente, y debe de existir una comunicación fluida con el Departamento Técnico de Planificación del municipio, para que le sean asignados los recursos cada año.
3. Adquirir maquinaria y equipo adecuado para la recolección y traslado de desechos sólidos que contribuya en un 100 % en ingresos en este rubro, y adjudicar impuestos razonables a las empresas que prestan el servicio de forma domiciliar, teniendo como base la legislación municipal.

BIBLIOGRAFÍA

- B. Salazar B. (2009). *Guía para el manejo de Residuos Sólidos*, Enfoque Centro América. El Salvador.
- Bangala, M. & Osorio, M. (2011). *Análisis del Sistema de Recolección de Basura en la Zona Urbana del Municipio de San Pedro Cholula, mediante la aplicación de un modelo de Ruteo de Vehículos con Capacidad*. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- Barrientos, C. (2000) *La Utopía Necesaria, Aspectos Éticos de la Relación Humano Ecológica*. Guatemala: Edición Foto publicidad. Guatemala.
- Centro de Estudios Urbanos y Regionales, (1996). *La Situación de la Basura en la Ciudad de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Zonas Rurales, (1995).
- Instituto de Fomento Municipal, (1985). *Desechos sólidos en Guatemala*. Guatemala. Coordinación de Relaciones Públicas....
- López, J. (1980). *Eliminación de los Residuos Sólidos Urbanos*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- Mejía, J. (1994). *Problemática y Desarrollo Municipal*. México: Editora Plaza y Valdez Editores. México.

Morales, J. (2000). *Cocunubà, Modelo para un Desarrollo Sostenible*. Colombia: Primera Edición, editora Print in Colombia. Recuperado el 28 de junio del 2014.

Organización Panamericana de la Salud, (2009). *Saneamiento Rural y Salud*. Guatemala: Edición Rosario Castro, Guatemala.

Organización Panamericana de la Salud, (2013). Guatemala.

Ramírez, J. (2006). *Una Visión de la Problemática Ambiental de Mexicali y sus Valles*. México: Edición Universidad Autónoma de México.

Romero, A. (2008). *Marketing Municipal*. España: Ediciones Díaz De Santos, España. Recuperado el 28 de junio de 2014.

Sánchez y Gándara. (2011). *Conceptos Básicos de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable*. México: Edición S y G Editores México.

Secretaria General de Medio Ambiente, (2001). *Guía para La Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. México: Primera Edición.

Secretaria de Desarrollo Social SEDESOL (2004). *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*: México

Universidad Pontificia Bolivariana, (2008). *Guía para el Manejo Integral de los Residuos*. Colombia: Edición Digital Express.

Vargas, J. (2007). *Proyecto cuenta con un Ambiente Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliares*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala.

Zabala, C. (1994). Guía metodológica para establecer resultados financieros y tasas por servicios municipales.

ANEXOS

FORMATO DE ENTREVISTA CALIDAD DEL SISTEMA DE ASEO MUNICIPAL MUNICIPIO DE PATZICIA DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

1. Sabe usted que es un tren de aseo.

SI NO

2. Considera usted que hay un buen sistema de aseo urbano municipal en la población.

SI NO

PORQUE: _____

3. La municipalidad le ha dado solución al problema de la basura en la calle.

SI NO

PORQUE: _____

4. Quien es el responsable por la limpieza y recolección de basura en la calle.

La municipalidad la población

5. Paga usted por un servicio de basura.

SI NO

Anexo 1. Fotografía que muestra el estancamiento de basura en los alcantarillados de la zona 3 del municipio de Patzicia Departamento de Chimaltenango.



Anexo 2. Fotografía que muestra la calle principal de la zona 1 del municipio de Patzicia, sin servicio de Tren de Aseo.



Anexo 3. La fotografía muestra al autor haciendo una caracterización del problema de los desechos sólidos en el Municipio de Patzicía.



Anexo 4. El autor tomando muestras de volumen de los diferentes desechos sólidos municipales.



Anexo 5. El autor haciendo una clasificación para toma de muestras de los desechos sólidos municipales en Patzicia, Departamento de Chimaltenango



Anexo 6. Fotografía que muestra la acumulación de desechos sólidos en las calles principales del municipio



Anexo 7. Modelo de camión para la implementación del tren de aseo en el municipio

18 TONELADAS

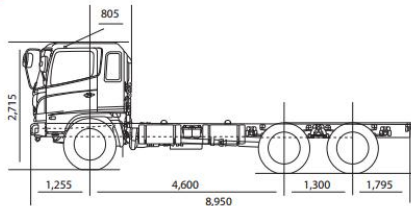


Especificaciones

MOTOR	Diesel, 4 tiempos, enfriado por agua, 6 cilindros en línea
POTENCIA	260 HP a 2,500 rpm.
DESPLAZAMIENTO	7,961 cc
TIPO DE ASPIRACIÓN	Turbo cargado con Intercooler
EMISIÓN DE GASES	EURO II
CAPACIDAD DE CARGA	18 Toneladas
VELOCIDAD MÁXIMA	97 kms. por hora.
GRADEABILIDAD	39.6%.
PESO BRUTO VEHICULAR	26,000 Kgs. (57,200 Lbs.)
DIRECCIÓN	Hidráulica inclinable y ajustable
FRENOS	Totalmente aire, doble circuito
VELOCIDADES	9 cambios más retroceso, sincronizados de 1era. a 9a.
LARGO DE CHASIS	6,890 mm.
DISTANCIA ENTRE EJES	5,250 mm
CARROCERÍA RECOMENDABLE	22 ft.
NEUMÁTICOS	11R22.5-16PR
EXTRAS	Aire acondicionado en cabina. Doble Tanque de Combustible de 200 litros

DIMENSIONES

Medidas en mm.



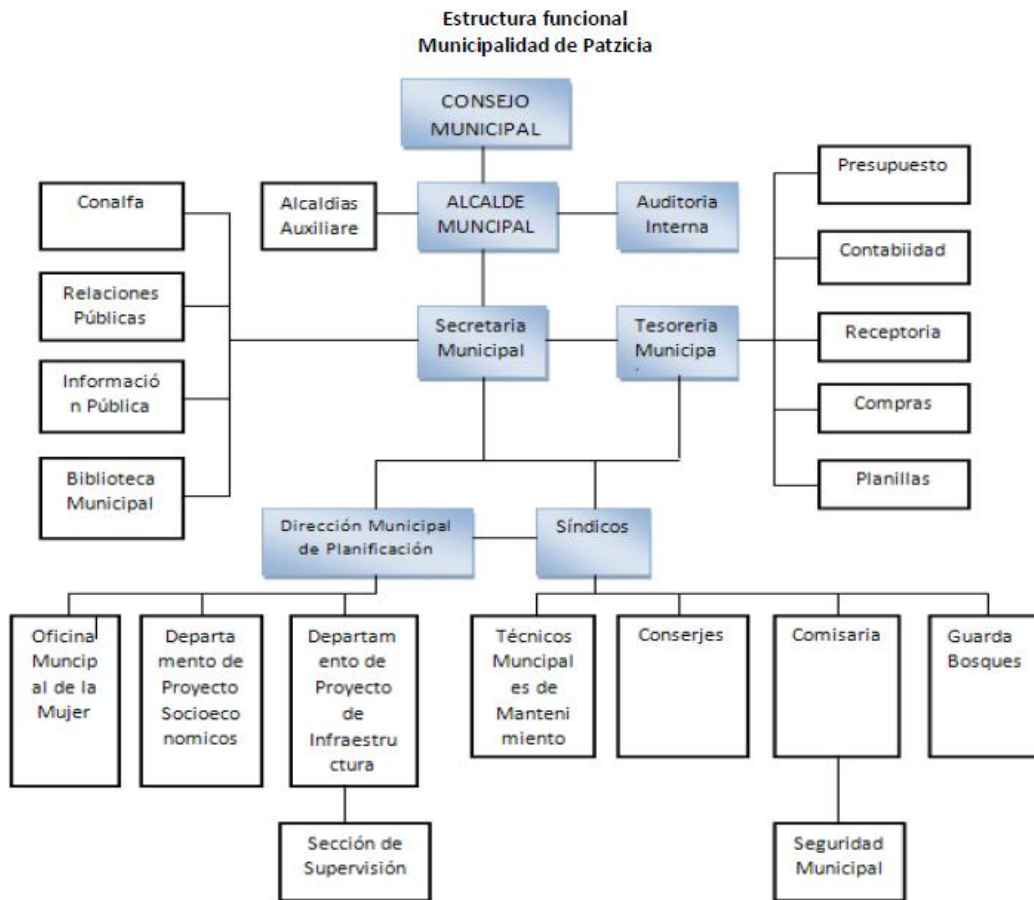
CUALIDADES

MOTOR	Diesel, 4 tiempos, enfriado por agua, 6 cilindros en línea.
POTENCIA	260 HP a 2,500 rpm.
DESPLAZAMIENTO	7,961 cms. cúbicos.
TIPO DE ASPIRACIÓN	Turbocargado con Intercooler.
EMISIÓN DE GASES	EURO II.
CAPACIDAD DE CARGA	18 Toneladas.
VELOCIDAD MÁXIMA	97 kms. por hora.
GRADEABILIDAD	39.6 %.
PESO BRUTO VEHICULAR	26,000 Kgs. (57,200 Lbs.).
DIRECCIÓN	Hidráulica, inclinable y ajustable.
FRENOS	Totalmente aire, doble circuito.
VELOCIDADES	9 cambios más retrocesos, sincronizados de primera a novena.
LARGO DE CHASIS	6.890 mm.
DISTANCIA ENTRE EJES	5,250 mm.
CARROCERÍA RECOMENDABLE	22 ft.
NEUMÁTICOS	11R22.5-16PR.
EXTRAS	Aire acondicionado en cabina. Doble tanque de combustible de 200 litros.
GARANTÍA	3 años ó 100,000 kms.*

* Tiempo o recorrido durante el cual es obligatorio hacer los servicios en cualquier taller autorizado

Fuente: Camiones para carga.

Anexo 8. Organigrama de la municipalidad de Patzicia



Observación: El Organigrama no sufrió cambios, se deja como lo proporciono la Municipalidad de Patzicia

Fuente: Municipalidad de Patzicia.

Anexo 9.

MUNICIPIO DE PATIZICIA
TREN DE ASEO MUNICIPAL.
FICHA DE RESUMEN TECNICO FINANCIERO

PROPUESTA						CANTIDAD	CARACTERISTICAS	COSTO	TOTAL
ESTUDIO	VEHICULO	EQUIPO	PERSONAL	CAPACITACIONE	OTROS				
X						1	Estudios legales y ambientales	Q 50,000.00	Q 50,000.00
	X					1	Camión motor diesel, 4 tiempos, marca reconocida, dirección hidráulica, frenos de aire, capacidad de carga 18 toneladas, velocidad 97kms*hora, tanque de combustible 40 galones, altura de carga 1 a 1.40 mts.	Q250,000.00	Q 250,000.00
			X			3	piloto, operarios	Q136,665.60	Q 136,665.60
		X				1	equipo de seguridad que incluye lentes, guantes, botas, botiquin primeros auxilios, overoles, mascarillas, cascos	Q 8,740.00	Q 8,740.00
		X				1	Equipo de limpieza que incluye palas, rastrillos, carretillas de mano, escobas, costales	Q 3,950.00	Q 3,950.00
		X				1	Depósitos y Contenedores de basura	Q 12,000.00	Q 12,000.00
				X		2	Seguridad y traslado	Q 1,000.00	Q 2,000.00
					X	1	Combustible de camión (anual)	Q 25,920.00	Q 25,920.00
					X	1	Mantenimiento de camión, equipo y llantas (anual)	Q 20,800.00	Q 20,800.00
SUB TOTAL									Q 510,075.60
					X	1	10% de imprevistos	Q 51,007.56	Q 51,007.56
TOTAL									Q 561,083.16

fuelle: Elaboracion Propia.