



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional
Licenciatura en Planeación Territorial



***Propuesta de gestión sostenible de residuos sólidos orgánicos en
el Tianguis municipal de Santiago Tianguistenco, Estado de
México***

Tesis

Qué para obtener el título de:
Licenciado en Planeación Territorial

Presenta:

Horacio Papaqui Guerrero

Directores de Tesis:

M. en D. M Elizabeth Díaz Cuenca

Dr. en C.A. Alejandro Rafael Alvarado Granados

Toluca de Lerdo, Estado de México; noviembre 2020



Índice

Glosario de Siglas.....	5
Introducción.....	7
Capítulo I. Marco Teórico – Conceptual, Referencial y Metodológico sobre la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos.....	10
1.1. La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos	11
1.1.1. Gestión Sostenible de Residuos Sólidos Urbanos, Un Reto Impostergable	11
1.1.2. Los Residuos Sólidos Urbanos en el Desarrollo Local Sostenible	13
1.2. Conceptos Fundamentales de Residuos Sólidos Urbanos.....	17
1.2.1. Acerca de los Conceptos Básicos	17
1.2.2 Tipos y Clasificación de Residuos Sólidos	19
1.2.3. Conceptos de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.....	26
1.3. Experiencias de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos.....	28
1.3.1.- Casos de Estudio a Nivel Mundial en Materia de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos	28
1.3.2. Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México	32
1.4. Metodología para la Gestión Sostenible de los Residuos Sólidos Urbanos....	42
Capitulo II. Marco Legal y de Planeación sobre Residuos Sólidos Urbanos	50
2.1. La Legislación sobre los Residuos Sólidos Urbanos en México	51
2.1.1. Ámbito Federal.....	51
2.1.2. Ámbito Estatal.....	53
2.1.3. Ámbito Municipal.....	54
.....	56
2.2. Marco de Planeación sobre Residuos Sólidos Urbanos.....	57
2.2.1. Agenda 2030 y Planeación en México	57
2.2.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018.....	58
2.2.3. Plan de Desarrollo del Estado de México 2018 – 2024.....	59
2.2.4. Plan de Desarrollo Municipal 2019 – 2021	60
Capítulo III. Situación de los Residuos Sólidos Urbanos en Santiago Tianguistenco	63
3.1. Caracterización del Área de Estudio con Enfoque Sistémico	64
3.1.1. Localización.....	65

3.1.2. Sistema SocioCultural	68
3.1.3. Sistema Económico	73
3.1.4. Sistema Biofísico	75
3.2. Diagnóstico de manejo de residuos sólidos orgánicos en Tianguis, Municipal de Tianguistenco	81
3.2.1. Generación	81
3.2.2. Recolección	86
3.2.3. Transporte y disposición final	89
3.3. Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos en Tianguistenco	91
3.3.1. Discusión de Resultados, Definición de Objetivos	91
3.3.2. Escenarios para el Municipio de Tianguistenco	95
3.3.3. Diseño y Evaluación de Principales Líneas de Acción Estratégicas	98
Capítulo IV. Propuesta de Gestión de Residuos Orgánicos del Tianguis de los Martes en la Cabecera Municipal de Santiago Tianguistenco	100
4.1. Gestión de Desechos Orgánicos del Tianguis de los Martes en Cabecera Municipal de Tianguistenco, Estado de México	101
4.1.1. Objetivos de Propuesta	102
4.1.2 Estrategias	103
4.2. Proceso de Producción de Lombri – Compostaje Municipal	103
4.3. Localización del Proyecto y Otros Aspectos Técnicos	111
4.4 Educación Ambiental	117
4.5. Estructura Administrativa	118
4.6. Componente Financiero y Fuente de Financiamiento	125
Conclusiones Finales	131
Referencias	138
Anexos	142

Glosario de Siglas

RS Residuo Sólido

RSU Residuo Sólido Urbano

RP Residuo Peligroso

RME Residuos de Manejo Especial

RSO Residuo Sólido Orgánico

GEI Gases de Efecto Invernadero

PND Plan Nacional de Desarrollo

PMDU Plan Municipal de Desarrollo Urbano

CPEUM Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

NU Naciones Unidas

LGPGIR Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

DOF Diario Oficial de la Federación

PIB Producto Interno Bruto

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

SEMARNAT Secretaría de Marina y Recursos Naturales

SEMADET Secretaria de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable y Territorial

SIMAR Sistemas Intermunicipales de Manejo de Residuos

LGIREJ Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco

IAPEM Instituto de Administración Pública del Estado de México

CEPANAF Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna del Estado de México

UNAM Universidad Nacional Autónoma de México

SEDATU Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano

SEDESOL Secretaría de Desarrollo Social

CONAPO Consejo Nacional de Población

SEIM Sistema de Información Empresarial

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

SECITI Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México

CCA Comisión para la Cooperación Ambiental

CE Comisión Europea

GiZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

ZM Zona Metropolitana

ZMST Zona Metropolitana de Santiago Tianguistenco

TCM Tasa de Crecimiento Media Anual

PEA Población Económicamente Activa

OMS Organización Mundial de la Salud

PRORESOL Programa de Residuos Sólidos Municipales

RAE Real Academia Española

Introducción

En el presente trabajo de investigación se aborda el tema de la gestión sostenible de residuos sólidos urbanos, hace especial énfasis en la gestión de los residuos sólidos orgánicos y/o biodegradables; los cuales pueden ser definidos como los desechos capaces de ser absorbidos de manera natural por el medio ambiente. El estudio sobre los residuos y el ¿Qué hacer con ellos? es un tema de prioridad a nivel global, ya que su adecuada gestión y manejo representa aún una problemática para muchos gobiernos en el mundo, los problemas que generan estos residuos en el medio ambiente han suscitado afectaciones a los diversos ecosistemas y asentamientos humanos, de manera que la cuestión es un importante reto para todos los conjuntos urbanos y ciudades que son el origen de estos residuos en tanto se desarrollan las actividades cotidianas de las personas y la industria.

Las principales afectaciones por contaminación de RSU son directamente a los recursos suelo, agua y aire que repercuten directamente en la salud humana, de manera que es necesario analizar la gestión de residuos en contraste con el manejo de residuos para ampliar el conocimiento que facilite la creación de propuestas adecuadas al contexto territorial mexicano. La gestión de residuos un proceso completo que integra los diferentes módulos de gestión de residuos; tales como centros de acopio, unidades de transferencia, plantas de tratamiento, saneamiento, disposición final, entre otros, no sería posible sin el manejo de residuos que busca el aprovechamiento por medio de reciclaje, valorización y tratamiento de residuos, este último proceso estaría incompleto sin la gestión adecuada.

Actualmente en México numerosos municipios llevan a cabo procesos de gestión y manejo inadecuados de los residuos que se generan en sus territorios, lo que ocasiona daños medio ambientales incalculables siendo ya una problemática nacional, para analizarla fue necesario entender algunas de sus causas, las cuales tienen sus raíces principalmente en la generación de numerosos tipos de residuos que al ser desechados generan diversas afectaciones al suelo, agua y aire. La problemática medio ambiental derivada de la contaminación, es en gran medida

provocada por las inadecuadas e insostenibles técnicas de manejo de RSU, por otra parte, también están involucrados el consumismo y la creación de materiales cada vez más complejos los cuales la naturaleza no puede degradar a corto plazo.

Particularmente para la creación de la metodología de tesis se tomó como referencia lo que expone SEMARNAT y GiZ cooperación alemana por sus siglas en alemán (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) con base a ello se desarrolla una metodología congruente con el caso de estudio que genera un diagnóstico que incluye la caracterización del área de estudio en sistemas localización, socio – cultural, económico y biofísico de Santiago Tianguistenco. El objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar un primer acercamiento a un proceso de gestión integral de residuos sólidos urbanos que implica etapas, personas y recursos cuyas habilidades o características requieren de organización, dirección y que en conjunto a un proyecto, técnica y financiamiento den como resultado un proceso exitoso con resultados favorables respecto a la GRSU. Sin embargo, la propuesta para la gestión sostenible de residuos sólidos orgánicos en la cabecera municipal de Tianguistenco, hace especial énfasis en el análisis de casos de estudio, metodologías, leyes y planes que dieran sustento a la realización de un diagnóstico.

La metodología aplicada se divide en tres fases, I Diagnóstico y Levantamiento de datos, II Consulta a los Actores Locales y III Propuesta de Gestión Sostenible de RSO en Tianguistenco, de las cuales en el documento solo se abarca la primera fase debido a que para la ejecución de las últimas dos se depende en menor o mayor medida de actores locales como Tianguistas, H. Ayuntamiento y agentes externos en este caso quienes otorgan los recursos financieros dentro del ámbito Federal y/o del sector privado.

El presente trabajo de investigación se estructura en cuatro capítulos; en el primero se realiza el planteamiento sobre ¿Qué implicaciones tienen los RSU en el ámbito del desarrollo sostenible y el desarrollo local sostenible? ¿Cuáles son los conceptos y fundamentos necesarios en materia de RSU? ¿Existen casos de estudio sobre gestión de RSU?, se analizan las metodologías que existen en México para abordar

la problemática. Finalmente, con base a lo anterior se expone a detalle la metodología que se aplica en el trabajo de tesis.

En el capítulo II, se elabora un análisis documental sobre los principales aspectos jurídicos que envuelven a la gestión de los residuos urbanos en México, destacan los marcos legales en los diferentes ámbitos jurídico administrativos federal, estatal y municipal. Adicionalmente se añade lo que se expresa en la Agenda 2030 sobre residuos sólidos, resalta su relación con los planes de desarrollo en México, los cuales toman en cuenta para su creación la base legal antes mencionada y la nueva Agenda planteada por la ONU. El capítulo III es básicamente el desarrollo de la fase I metodológica y la presentación de resultados de la tesis, para lo cual bajo el enfoque sistémico se hace un diagnóstico de la zona de estudio en Tianguistenco, tomando en cuenta los principales aspectos territoriales, así como el diagnóstico sobre manejo de desechos orgánicos que caracterizan a dicho espacio.

Finalmente, durante el desarrollo del capítulo IV se expone la propuesta que está vinculada a los residuos sólidos orgánicos generados en el Tianguis de la Cabecera municipal de Tianguistenco que se instala los días martes, con un enfoque de proyecto productivo. Este capítulo en específico, vislumbra una visión sobre crecimiento y desarrollo sostenible en Tianguistenco que emana de los capítulos que expone esta tesis, una idea organizada que involucra los aspectos más importantes del proceso de gestión vinculado con un proyecto productivo que coadyuba a la construcción de la adecuada gestión de RSO en Tianguistenco a base de lombri – compostaje.

Para finalizar la totalidad del documento, en el apartado de conclusiones se exponen las principales dificultades, limitantes y/u opiniones que surgieron a lo largo de la presente tesis de investigación.

**Capítulo I. Marco Teórico – Conceptual, Referencial y
Metodológico sobre la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos
Urbanos**

Este capítulo está dedicado a enfatizar el vínculo estrecho que guardan las afectaciones al medio ambiente por la inadecuada gestión de los desechos urbanos y la relación de este último con una fase importante, el manejo y/o aprovechamiento de residuos, cuya ejecución compromete la sostenibilidad en el mundo, para ello en los primeros tres sub capítulos se hace un análisis de los residuos sólidos urbanos bajo el enfoque del desarrollo local sostenible, se recalca la importancia de crear acciones de gestión que sean visualizadas a corto plazo, todo esto con el objeto de permitir un acercamiento a la problemática que realce su papel preponderante como un problema que se debe solucionar en nuestro país y el mundo.

Posteriormente en los siguientes tres subcapítulos se desarrollan los conceptos sobre residuos sólidos urbanos que permitirán facilitar su comprensión, clasificación e identificación respecto a su gestión y manejo. En dichos apartados se exponen algunas de las experiencias en materia de gestión de residuos sólidos urbanos en diferentes espacios geográficos, finalmente se cierra este primer capítulo con una comparación entre metodologías aptas para el desarrollo de propuestas en materia de RSU y la exposición definitiva de la metodología adecuada para la formulación de un plan para manejo de los residuos sólidos orgánicos en el apartado uno punto cuatro.

1.1. La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos

1.1.1. Gestión Sostenible de Residuos Sólidos Urbanos, Un Reto

Impostergable

El manejo de los residuos sólidos en México ha generado contaminación al medio ambiente, y con ello impactos adversos a la naturaleza, altos costos financieros y afectaciones sociales que repercuten en la salud del hombre, entre otros. Es un tema que remite a observarlo desde las diferentes disciplinas y a su vez, desde los diversos agentes que se involucran en el mismo. (Díaz, 2018)

Los problemas ambientales que causa la gestión inadecuada de RSU, como la existencia de los basureros y rellenos sanitarios, básicamente son afectaciones al suelo, el agua y el aire, pues en principio la zona elegida para la disposición de los desechos sólidos es devastada, desapareciendo la capa vegetal originaria de la

zona, lo que favorece la erosión del suelo, el cual, una vez desnudo, aporta a la atmósfera, gran cantidad de polvo, materiales inertes y microorganismos, pues el viento, al pasar por esas zonas levanta fuertes tolvaneras. Además, los materiales ahí depositados, son muy diversos tanto en origen y composición química como en tiempos de degradación. En el proceso de descomposición de los residuos sólidos, darán lugar así a nuevos componentes químicos que provocarían la contaminación del medio (López, 1990).

Algunos de los problemas más graves en cuestiones de residuos sólidos tienen que ver con la contaminación del suelo por líquidos lixiviados, dispersión de la contaminación por el arrastre de los residuos que se depositan a cielo abierto debido a los procesos del ciclo del agua en la zona, insalubridad para los habitantes de las localidades afectadas, puesto a que, como no existe una gestión o manejo de residuos sólidos en el municipio, es posible que muchos de los residuos incluyan residuos peligrosos o de manejo especial, cuyos componentes químicos tienen la capacidad de generar problemas de salud en ciertos sectores de la población, además de que un mal sistema de manejo, impide el aprovechamiento de ciertos residuos que pueden ser reutilizados o comercializados.

El Estado de México es el territorio de mayor generación de RSU en el país, alrededor del 10% del total, su producción es de 1.046kg/hab/día, arriba del promedio nacional que es de .944kg/hab/día (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). La composición de estos residuos según su peso, el 46.42% son orgánicos, el 31.55% son inorgánicos susceptibles de aprovechamiento y 22.46% son de otros tipos no aprovechables (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020), aunque la mayor parte es de origen natural su nocividad se presenta por su mezcla con otros residuos, asimismo, el peso en kilogramos, no en todos los casos tienen una relación directa con el grado de nocividad, lo inorgánico es de menor peso, pero su toxicidad al medio ambiente es alta. En este contexto de problemas un factor determinante es la forma en que ha operado la gestión de los RSU; es decir la manera en que se legisla, administra y manejan dichos residuos en los diferentes espacios (Díaz, 2018).

Es cierto que actualmente existen numerosas investigaciones y metodologías en la cuestión de residuos sólidos a nivel mundial, pero es de gran importancia desarrollar propuestas que se adecuen cada vez más a la realidad de nuestro país y en especial a las realidades de nuestros municipios y además hacer un esfuerzo por instrumentarlas para poder formar parte de la solución a la problemática.

Entonces es imprescindible racionalizar que la contaminación por desechos o residuos sólidos es el resultado de los inadecuados procesos de gestión de estos, cuyo origen se localiza implícita en las actividades que llevamos diariamente de manera cotidiana en las ciudades o localidades y que tienen un efecto negativo en el medio ambiente, si se comprende de esta forma, entonces se aprecian los problemas que implica, además de diagnosticarlos y atenderlos de una manera pertinente, el saber cómo tratar esta clase de residuos cuesta menos que simplemente ignorarlo, ya que el precio de la indiferencia es que se comprometa el futuro de las generaciones venideras.

La legislación en materia de residuos establece que el gobierno municipal es el encargado de la gestión de los residuos, sin embargo, el problema consiste en cómo se manejan esos residuos sólidos, es decir, su buen o mal manejo. De tal suerte que hoy en día la gestión ambiental haya tomado de alguna forma un papel más importante que hace 20 o 30 años dentro de las agendas de los gobiernos estatales y municipales.

1.1.2. Los Residuos Sólidos Urbanos en el Desarrollo Local Sostenible

El estudio de la gestión de los residuos sólidos implica basar la acción en ciertos principios, dada la naturaleza del tema, se ha elegido el enfoque teórico del desarrollo local sostenible, del cual se desprenden dos aspectos a tratar lo sostenible y lo local, el primero, hace alusión al desarrollo sustentable, y el segundo, a lo territorial, los cuales se tratarán en algunas características de dicho enfoque.

El concepto de desarrollo sostenible está asociado a la preocupación creciente que existe en la comunidad internacional que ha tenido lugar en las últimas décadas del siglo XX al considerar la intrínseca relación entre economía, sociedad y sus efectos casi inmediatos en el medio ambiente que les rodea. Esta problemática en sí, no es una cuestión actual, sin embargo, lo que sí es nuevo es la magnitud con la que ha impactado al planeta y que ahora amenaza con suprimir la supervivencia de la especie humana. (UNESCO, 2018). Por ende, ante el estudio de algún tema del desarrollo se requiere abordarlo desde las partes que le componen, o al menos las más representativas visiones: social-cultural, económico, tecnológico, político-administrativo y biofísico (Alvarado Granados, González Carmona & Díaz Cuenca, 2012).

El desarrollo local se puede definir como; un proceso que se construye diferenciadamente en cada país según las distintas articulaciones que se producen entre las dimensiones territoriales, la historia, las estructuras y la acción diferenciada de los actores sociales. Resulta ser un proceso construido diferenciadamente, estructurador de nuevas formas de organización social, complejo, dinámico y multidimensional que implica procesos sociales que van desde lo psico-socio-cultural, político, social, ambiental, territorial hasta lo económico-productivo (Cárdenas, 2002)

Algunas de las características del desarrollo local es que utiliza la descentralización como el proceso central de promoción de dicho desarrollo, que a su vez simultáneamente la potencia y le da concreción en el proceso de profundización democrática, redefiniendo el Estado y replanteando sus relaciones con la sociedad. El medio o instrumento esencial para su implantación, es la descentralización política -administrativa del Estado Central que tiene por estrategia medular el devolver a los gobiernos intermedios y a los locales su calidad de gobiernos, con autonomía sobre sus territorios y ámbitos de competencia, reconociéndoles la función de proveer (que no necesariamente producir) los servicios públicos y sociales, promover y auspiciar un modo de desarrollo local con su respectivo aparato económico-productivo y subsistemas de acción y de actores sociales, que

faciliten y promuevan el desarrollo integral de sus localidades y regiones (Cárdenas, 2002)

El Desarrollo Local implica una diversidad de complejos procesos en las dimensiones de lo social, económico, psico-sociocultural, político, burocrático-administrativo e integración interna, externa nacional e internacional. El Desarrollo Local es un proceso que se construye de manera singular según las distintas articulaciones que se producen entre las dimensiones territoriales, la historia, las estructuras y la acción diferenciada de los actores. Por tanto, no hay modelos ideales a seguir, no obstante, a nivel analítico se puede construir una serie de rasgos o tendencias que se presentan en los procesos concretos analizados de Desarrollo Local (Cárdenas, 2002)

Para dar una definición de *desarrollo sostenible* la ONU mediante el informe Brundtland "Our common future", de abril de 1987 elaborado por la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente dice: *"Está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias"* se entiende de manera concreta el concepto de desarrollo sostenible en el enunciado anterior (Gómez Gutiérrez C., s. f.).

En un esfuerzo por lograr una sociedad global de bienestar para todos, se ha intentado implementar los principios de la sostenibilidad en sus distintas dimensiones para dar respuesta a muchas de las problemáticas actuales, sin embargo, este se enfrenta a numerosos retos, uno de los principales es dotar de accesibilidad a todas las personas de los bienes y servicios que se consideran esenciales para satisfacer sus necesidades básicas y disfrutar de una vida digna, el problema es que todo bien y servicio se encuentra inmerso de manera intrínseca al proceso de la generación de residuos (Real, 2016).

El desequilibrio social y medio ambiental que se está viviendo a escala global y local, exige fortalecer la capacidad de las localidades en la implementación de acciones que direccionen a las múltiples colectividades y a sus territorios hacia la sostenibilidad, ahí la importancia del papel local en el desarrollo sostenible. Por otra

parte, en los distintos enfoques de la teoría del desarrollo local aparece la cuestión medioambiental, pero a esta se le suma también el enfoque económico, donde la empresa además del papel que funge en el territorio local como agente económico, tiene que preocuparse no solo por obtener excedentes cada vez mayores, sino también por elaborar productos amigables con el medio ambiente, que permitan minimizar el impacto medioambiental generado por estos. Adicionalmente, es necesaria la conciencia ambiental dentro y fuera de sus instalaciones para reducir cuando sea posible el consumo de recursos naturales en las distintas fases de producción y en caso de ser posible dar prioridad a la utilización de recursos renovables como materias primas y materiales (Morales, 2006)

Ahora bien, los residuos son la consecuencia inevitable de nuestra actividad vital, la actividad económica, es decir los procesos productivos, que transforman recursos en residuos en las mismas cantidades, en un tiempo presente o futuro, ambientalmente hablando esto lleva a verificar que cuantos más recursos se usen para producir bienes y servicios, más residuos necesitan ser asimilados por el ecosistema. El agotamiento de recursos y la contaminación son esencialmente el mismo problema, es por ello que la adecuada gestión de los residuos es una cuestión central de la sostenibilidad (Real, 2016).

Finalmente se puede decir que para efectos del presente trabajo se considera el nivel municipal como local, ya que de acuerdo con Sforzi, (2007) *“el desarrollo local es una vía intermedia entre una orientación de política territorial y un sistema de gestión del poder local orientado al desarrollo del territorio, es el espacio con características comunes”* explica que además lo local se identifica con el territorio, argumenta que sus límites no son datos, sino el resultado del sistema de actores que llevan a cabo la estrategia de desarrollo, interrelacionándose unos con otros.

El municipio de acuerdo a lo anteriormente expuesto es el espacio más adecuado para abordar el presente trabajo, la necesidad de hacer frente a las necesidades de la sociedad con acción local en un enfoque global, ya que el manejo de residuos

sólidos urbanos paso de ser una cuestión que ocupa ayuntamientos y alcaldías, a ser una problemática de naciones enteras. No se debe de menospreciar el poder de las instancias y sociedades locales para hacer cambios que erradiquen problemáticas mundiales, pues todos pueden contribuir de algún modo a la solución.

Por consiguiente, incursionar a la gestión de residuos sólidos urbanos implica partir de ciertas características descritas: que la acción tome en cuenta la armonía con la sociedad y la naturaleza, participación de los agentes locales, los recursos y un gobierno locales que se encargue de gestionar los diferentes sistemas que componen a sus territorios con apoyo de las instancias de gobierno descentralizadas.

1.2. Conceptos Fundamentales de Residuos Sólidos Urbanos

1.2.1. Acerca de los Conceptos Básicos

Algunos términos utilizados en la investigación emanan de documentos jurídicos los cuáles no precisamente son congruentes o incluso pueden llegar a ser ambiguos respecto a los conceptos, abstracciones e ideas que emplean, ya que la aplicación de la ley no necesariamente explica la realidad donde se llevan a cabo las acciones o donde se pretende incidir, a su vez *“la interpretación normativa implica signos representativos, la aprehensión de su contenido lógico gramatical, la comprensión e intelección de la norma jurídica allí contenida con el objeto de aplicar la abstracción de las normas citadas en casos específicos”* (Galindo, s. f.).

Cabe señalar que de esta forma los conceptos básicos que se tratan en esta investigación sobre el manejo de residuos sólidos urbanos, se retoman de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) por dos razones, la primera es que, aunque la ley pueda ser o no precisa, los programas, recursos financieros y normas técnicas están acopladas a la misma terminología, la segunda razón es que, es en este ámbito donde la sociedad se cohesiona con el estado y sus instituciones.

Sin embargo, en los subsecuentes apartados también se incluyen definiciones alternativas de fuentes como la Real Academia de la Lengua Española, con el fin

de esclarecer y contar con un panorama más amplio de lo que a los términos se refiere y al tiempo sirva para cumplir con el objeto de la tesis.

El primero que se toma es el de residuos el cuál se le define como:

“material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven” (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

La producción y acumulación de residuos es una consecuencia de las actividades cotidianas de todo ser humano, anteriormente esto no representaba un problema puesto a que muchos de los residuos generados se degradaban de manera natural en el ambiente, sin embargo, con la llegada de las nuevas tecnologías y procesos, surgieron otros residuos los cuáles no son fáciles de asimilar por el medio ambiente e incluso muchos de ellos, tardan en degradarse hasta cientos de años después de haber sido desechados, generando contaminación y alterando la composición del medio biofísico.

La problemática del manejo de RSU, que consiste en la mezcla sin ningún tratamiento de diferentes tipos de residuos con particulares grados de contaminación y su disposición final en lugares a cielo abierto o gestionados de manera inadecuada, fungirá como principal factor de contaminación del recurso hídrico, la polución del aire, la degradación del suelo, la proliferación de plagas y sus efectos en la salud pública. Es necesario y pertinente crear una relación sostenible entre el desmedido crecimiento poblacional y la demanda irracional de los recursos naturales que se tiene en el contexto actual (Galvis, 2016).

Otro concepto por definir es gestión; el cual tiene de acuerdo al contexto que se elija numerosas aplicaciones y por lo tanto definiciones. Cabe decir que desde hace ya bastante tiempo la gestión es considerada como una disciplina que adopta los principios de la planificación, organización, dirección y control de todo tipo de

recursos con los que se cuente. El concepto de gestión está relacionado a ideas administrativas, empresariales, institucionales y organizacionales de manera que es aplicable a PyMES y a todas aquellas actividades de servicios incluso los que no son considerados como empresas. Dadas las características de la gestión, entonces es necesario mencionar que esta tiene relación con otras disciplinas en las cuales se explora su potencial, tan es así que genera nuevas formas de entender y llevar a la práctica estrategias y tácticas en fases fundamentales como la planeación, implementación, ejecución y control de proyectos de cualquier índole (Manrique, 2016)

Frederick W. Taylor (1994) citado por Manrique (2016) menciona que *“La gestión es el arte de saber lo que se quiere hacer y a continuación, hacerlo de la mejor manera y por el camino más eficiente”* este concepto es aplicable a los fines que persigue la presente tesis ya que al involucrar una institución pública con un proyecto de inversión se busca que los recursos implementados sean utilizados de una manera adecuada para conseguir objetivos concretos. Se puede decir entonces que la gestión es un proceso importante para cualquier organización, institución o empresa ya que es un proceso que representa numerosas fases para direccionar cualquier tipo de acción y/o esfuerzo.

La importancia de la gestión como parte medular para la resolución de la poemática del inadecuado manejo de residuos sólidos urbanos recae en la necesidad de incluir este amplio proceso y vincularlo con las diferentes etapas que esta puede ofrecer a la resolución de problemáticas relacionadas a planificación, organización, dirección y control de gestión de los RSU generados en las ciudades como resultado de las actividades esenciales de las personas.

1.2.2 Tipos y Clasificación de Residuos Sólidos

La correcta identificación y comprensión de los conceptos que se presentan a continuación es fundamental para comprender no solo la problemática, sino también el presente trabajo. La LGPGIR clasifica a los residuos sólidos en tres órdenes principales: Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Peligrosos y Residuos de Manejo Especial, es importante poder discernir entre unos residuos y otros, puesto a que

así se les podrá dar el tratamiento adecuado dependiendo el caso y tipo de residuo sólido que se tenga, en adelante se describen dichos tipos (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los que son generados en las casas habitación; resultado de la eliminación de los productos que se utilizan en las actividades domésticas, así como sus envases, embalajes o empaques; incluyen los residuos con características domiciliarias que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos públicos o en la vía pública, los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole. Cuya separación primaria (subclasificación) es en residuos orgánicos e inorgánicos; puede realizarse una clasificación secundaria en materiales específicos destinados a reciclaje o reutilización, o directos a eliminación o disposición final (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Los Residuos Peligrosos (RP), también llamados Residuos CRETIB, son aquellos que posean propiedades de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o contengan agentes biológico- infecciosos que les confieran peligrosidad, así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por haber estado en contacto con estos residuos cuando se transfieren a otro sitio (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Los Residuos de Manejo Especial (RME), son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como RP o como RSU, o que son producidos por grandes generadores de RSU (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

A su vez los residuos sólidos urbanos se clasifican de la siguiente manera, en concordancia con el artículo 18 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en México, en orgánicos e inorgánicos, y para efectos de una mejor gestión o manejo, las entidades federativas y/o municipios podrán subclasificar los residuos inorgánicos para fines de valorización, como se muestra en el cuadro 1 de abajo (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Cuadro 1 Tipos y Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos

Tipo	Ejemplo de Residuos
Residuos Orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Restos de verduras - Restos de fruta - Cascaras - Resto de carne - Ramas - Hojas de árbol - Residuos de jardín - Madera
Residuos Inorgánicos (Valorizables)	<ul style="list-style-type: none"> - Plásticos PET - Poliuretano - Vidrio de color - Poliestireno expandido - Material ferroso - Padercería de Metal
Residuos Inorgánicos (No valorizables)	<ul style="list-style-type: none"> - Envase de cartón encerado - Pañales desechables - Recipientes de insecticidas domésticos - Materiales de curación

Fuente: Elaboración propia con base a: (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en México, 2003)

Otros conceptos sustanciales son; basura y desecho. El término “basura” se usa como sinónimo de desecho, desperdicio e incluso residuo, sin embargo, sus significados hacen referencia a lo que ya no sirve o que ya no tiene ninguna utilidad o propósito, de manera que se busca alejarlo, expulsarlo, deshacerse o destruirse. Si bien la basura surge de las actividades cotidianas, no cotidianas, eventuales y/o cualquier otra del ser humano. Lhuillier & Cochin (1999) mencionan que “*La historia del desecho se inscribe en historia social*” (Jiménez, 2017 p. 2)

A lo largo de la historia del hombre han surgido prácticas alusivas al manejo de los desechos, las más antiguas datan del 3000 a.C. en Creta con algunos de los primeros rellenos sanitarios, de épocas romanas con sus magníficos sistemas cloacales en sus ciudades e incluso desde tiempos del imperio Azteca quienes contaban con diversas maneras de gestionar la limpieza en sus ciudades, todas estas prácticas documentadas por importantes historiadores, permiten inferir que el problema de la gestión de residuos es tan pasado y arcaico, debido a que surge con las grandes civilizaciones antiguas y continua hasta estos días (Jiménez, 2017)

Después de la caída del imperio Romano, se entra a una etapa conocida como Edad Media, la cual se caracterizaba por la insalubridad y condiciones de vida deplorables en sus asentamientos humanos. No fue sino hasta el siglo XII que se promulgaron leyes y/o prohibiciones en Europa acerca de disponer los desechos en ciertos puntos, sin embargo, durante este periodo siguieron proliferando plagas y epidemias como la peste negra que azoto a Europa cobrando millones de muertos. Durante el siglo XIV sucedieron importantes cambios en materia sanitaria, especialmente en Francia y Gran Bretaña, donde se introdujeron los primeros hombres comisionados en remover la basura de las calles de manera semanal (Jiménez, 2017).

Posteriormente ya con la llegada de la revolución industrial en Inglaterra, los cambios sociales, económicos y medio ambientales se constituyeron convenientemente para asegurar la salubridad, dinamismo económico y los alimentos, de manera que las primeras ciudades tal y como las conocemos hoy en día surgen en este periodo, así como la mayoría de problemas contemporáneos de

la mano de la modernidad. El concepto moderno de desecho nace a partir de la industrialización, ya que, en este contexto de cambios, la acumulación de los mismos y la magnitud del problema sobre qué hacer con ellos, le atribuyen un origen ligado a un producto urbano, de manera que la basura es en principio algo inextricablemente relacionado a la gestión urbana (Jiménez, 2017).

Melosi (1981) citado por (Jiménez, 2017) menciona que: *“Es la sociedad moderna industrial y no las sociedades antiguas, la que experimenta el problema de la basura de manera más intensa”*

Entonces como ya se explicó la noción de desecho tiene un origen urbano - moderno y ligado a las grandes ciudades, sin embargo, se tiene que señalar que en la breve explicación histórica de la evolución del concepto no se menciona el ámbito rural principalmente porque la definición de rural y urbano nace de igual forma con el paradigma de la modernidad y que ambas definiciones están en constante cambio incluso hasta nuestros días con el nuevo paradigma de la post modernidad, todo eso puede dar origen a un trabajo aparte que no va acorde a los fines que persigue la tesis, sin embargo se retomaron los elementos históricos sustanciales para explicar el origen del concepto de desecho y que sirven para entender las ambigüedades que pueden haber o no en las leyes, normas e incluso textos científicos acerca del tema.

El concepto de desecho está en constante cambio y configuración, de manera que este adquiere nuevas formas para comprenderlo, ejemplo de ello es que actualmente se ha optado por utilizar el concepto de residuos en lugar de desecho, la idea es no utilizar la palabra “basura” ya que este hace referencia a algo totalmente inservible mientras que el residuo puede o no contener características que lo pueden hacer susceptible a reutilizarlo. Cabe mencionar que existen numerosas definiciones del concepto “residuo” de acuerdo a la visión económica, social, legislativa, entre otros. Sin embargo, es posible clasificarlos por su estado material; líquido, sólido, gaseoso; por su naturaleza, urbanos, peligrosos, biológico infecciosos, industriales y agrícolas, entre otros (Jiménez, 2017).

La Real Academia Española en su diccionario en línea, define “Desecho” en cinco formas; 1. *Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo*, 2. *Cosa que, por usada o por cualquier razón, no sirve a la persona para quien se hizo*, 3. *Residuo, basura*, 4. *Desprecio, vilipendio*, 5. *Lo más vil y despreciable*. Por otro lado, la RAE define “Residuo” de cuatro formas; 1. *Parte o porción que queda de un todo*, 2. *Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo*, 3. *Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación*, 4. *Resto de la sustracción y de la división*. Y finalmente dicha institución define “Basura” de cinco formas; 1. *Suciedad (cosa que ensucia)*, 2. *Residuos desechados y otros desperdicios*, 3. *Lugar donde se tiran residuos y desperdicios*, 4. *Estiércol de las caballerías* y 5. *Cosa repugnante o despreciable*. (Real Academia Española, 2020)

Respecto al párrafo anterior, se infiere que, de acuerdo a lo publicado por la RAE, las definiciones de los tres conceptos citados no son muy claras o precisas, es decir; no se discierne uno del otro e incluso se aprecia que “Desecho” se define como “Residuo” o “Basura”, lo cual es de cierta forma ambiguo. Existen numerosos diccionarios medio ambientales en línea con información de dudosa procedencia, sin embargo, con base a algunos artículos en blogs especializados se hace un intento por definir los tres conceptos, de manera que se entiendan y diferencien uno de otro.

Según Ucha (2012) *“Desecho se define como: aquellos materiales, sustancias, gases, objetos, cosas, entre otros, que se necesitan eliminar porque ya no ostentan utilidad”* pero de esta definición la autora nos advierte que, lo que para uno representa algo sin valor e inservible, otro puede considerarlo útil para algo más. Pone de ejemplo a una industria que desecha documentos en papel que ya no utiliza y que luego estos son recuperados por otra para someterlos a un nuevo uso, como es el reciclaje. Sin embargo, la definición tiene que ver ineludiblemente más con la acción de desechar que con los materiales en sí.

Por otro lado (Bembibre, 2011) *“Define Residuo como: todos aquellos restos y sobrantes que quedan del consumo que el ser humano hace de manera cotidiana o no cotidiana”* este concepto hace alusión a algo que es descartado después de un proceso, algo que queda aislado después de haberse obtenido provecho de este. El concepto guarda en si un enfoque un tanto industrial, pues también hace mención del residuo como el sobrante de un proceso de consumo, cuyo origen está implícito en la producción de materiales, sin embargo, el residuo puede ser considerado como un desecho, si es que ya no tiene ningún otro posible uso.

Finalmente, el blog de internet Significados (2016) *“Define Basura como; cualquier desperdicio o desecho, residuo o material no deseado o inservible”* Esta definición sostiene que la basura está constituida por numerosos residuos que ya no tienen ninguna utilidad, beneficio o aprovechamiento. Podría decirse que la basura es la mezcla de numerosos desechos y/o residuos, es propiamente el resultado de intensos procesos de producción y consumo, cuyo origen está ligado a todo tipo de actividades humanas que se lleven a cabo en sus numerosos asentamientos humanos.

Concluyendo sobre los conceptos anteriores, se puede decir que, aunque muchas veces las nociones que se tienen sobre los residuos sólidos urbanos no son iguales, los conceptos citados anteriormente obedecen a la diversidad ideológica que envuelve al mundo respecto a esta clase de temas medio ambientales. Por otro lado, tienen en común que los residuos, desechos y/o basura son originados por las diversas actividades humanas y que todos los conceptos focalizan a la materia como elemento central para definirse.

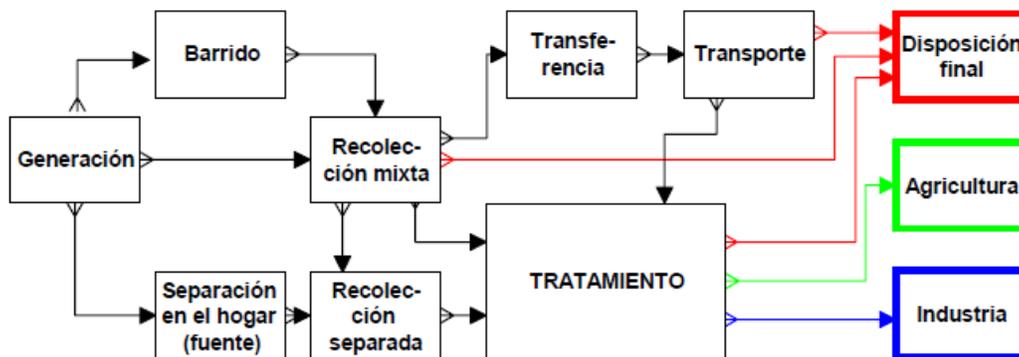
Para esta tesis se pretende utilizar, los términos que dicta el ámbito de la ley, pero se toma en cuenta lo que otros autores sugieren al respecto con el fin de mejorar sustancialmente la propuesta, que busca tratar de manera específica los residuos sólidos orgánicos, pero para llegar a esta propuesta se debe pasar primero por el proceso de gestión de residuos sólidos para orientar el plan de manejo enfocado a residuos orgánicos.

1.2.3. Conceptos de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos

La gestión de residuos es entendida como un conjunto de herramientas normativas, operativas, sociales, administrativas, de planeación encaminadas no solo al manejo de los residuos que se generan, sino también a disminuirlos desde su origen, de manera que se consigan beneficios económicos, ambientales y sociales en el proceso de manejo de residuos sólidos urbanos, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Existe otro concepto que guarda una estricta relación y semejanza con la gestión, es el manejo de residuos; que se refiere a las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, procesamiento, tratamiento, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final, individualmente realizadas o combinadas para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica, así como social. (SEMARNAT, 2011)

Flujograma 1 Fases de manejo de residuos sólidos diferenciado



© G. Wehenpohl, A.L. F. dos Santos; 2004

Fuente: Wehenpohl, (2004).

Es importante señalar que a veces los conceptos de gestión y manejo pueden confundirse como sinónimos, sin embargo, la Gestión es un proceso que implica varios agentes de cambio como actores sociales, H. Ayuntamientos y sector privado, conlleva variables importantes como la institucionalización de servicios y

políticas públicas, a diferencia del Manejo que solo se concentra en algunas etapas que involucran los RSU como separación, recolección, técnicas de tratamiento y disposición final de estos, de modo que éste último es parte del primero (Wehenpohl & Hernández 2006).

En la práctica la gestión y el manejo son una dupla, pues no pueden llevarse a cabo el uno sin el otro. Es preciso mencionar que una adecuada gestión de residuos acompañada de un proyecto que contemple el manejo de RSU en sus diferentes etapas, puede coadyuvar a elevar los niveles de sostenibilidad en un territorio determinado. Sin embargo, pueden tomarse por separado para hacer planes, programas o proyectos individuales, más amplio en el caso de la gestión, o más específico en el caso del manejo, pero ambos necesarios para desarrollar cualquier propuesta (Wehenpohl & Hernández 2006).

La *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, implica que toda acción sea pensada respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región, pues cada territorio se compone de factores biofísicos, socioculturales, político-administrativos, tecnológicos y económicos particulares. Asimismo, en la serie de actividades que comprende el manejo, son los agentes locales quienes conocen estas necesidades, pues son los generadores de residuos. Ante tales consideraciones, es primordial partir del enfoque teórico del Desarrollo Local Sustentable, según el cual el territorio local asume la responsabilidad de gestionar la sostenibilidad del desarrollo, en lugar de depender totalmente del gobierno central.

El *manejo integral de los residuos sólidos* se refiere a las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico; acopio almacenamiento, transporte y disposición final, individualmente realizadas o combinadas para (al igual que la gestión integral) adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica así como social (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

1.3. Experiencias de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos

En los siguientes apartados se presentan algunos materiales de estudio dentro del contexto de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, para lograr dicho propósito en los sucesivos párrafos se parte de lo general a lo particular, de casos a nivel mundial a municipal, haciendo especial énfasis en la experiencia de manejo de residuos sólidos orgánicos.

1.3.1.- Casos de Estudio a Nivel Mundial en Materia de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

La gestión de los residuos sólidos urbanos es un problema a nivel mundial que involucra a todos los seres humanos, es por eso que resulta importante conocer experiencias en diferentes espacios administrativos acerca de cómo han gestionado dichos residuos y como han encarado la problemática para tener referencias que contribuyan al diseño de propuestas adecuadas a un contexto particular.

A continuación, se muestra una pequeña recopilación de experiencias en gestión y manejo de residuos sólidos urbanos que involucra algunas técnicas de las que destaca principalmente la incineración para obtener energía eléctrica a base de residuos sólidos urbanos. Por último, se hace énfasis en la gestión de residuos sólidos orgánicos con ayuda de programas en dicha materia para algunos países europeos España, Francia y Reino Unido.

Europa, desde hace más de cien años, ha practicado la incineración de RSU, y han acumulado experiencia y tecnologías para conseguir que sus instalaciones sean controladas brindando servicios eficientes, limpios y seguros a la hora de manejar de manera sostenible dichos residuos. Actualmente, en la Unión Europea, una legislación exigente acompañada de tecnologías avanzadas propicia la recuperación energética de los residuos descartados, para el reciclaje potenciando la termo valorización (waste to energy) como una solución sostenible para resolver el problema de los RSU, obteniendo adicionalmente energía térmica y eléctrica. Esta opción, con los patrones de exigencia europeos, está siendo adoptada en muchos países y recomendada como solución para algunos de los problemas de las grandes aglomeraciones (Real, 2016).

Por otro lado, respecto a la gestión de residuos sólidos, Alemania ya lleva poco más de 55 años dirigiendo su gestión y manejo, desde los años 70's, debido a que al igual que el caso actual en México no contaban con un control efectivo de los desechos que se generaban en las ciudades y comunidades, provocando problemas de salud y contaminación, lo que los llevo a ser el primer gobierno en el mundo en reaccionar a la problemática de los residuos sólidos, crearon un ministerio encargado de las cuestiones medio ambientales, leyes e incluso fueron pioneros en la edificación de la primera planta en el mundo para el tratamiento térmico de los residuos peligrosos (Congreso ALDIS-DIRSA, 2007).

Existen en el mundo otros ejemplos de recuperación, respecto al manejo y gestión de residuos sólidos, China ha dado grandes pasos para superar sus desafíos de gestión de residuos. En las áreas metropolitanas, las sustancias valiosas (por ejemplo, PPC, plásticos, metales) ya se recogen y reciclan por separado. Su participación en los residuos municipales es baja. Los desechos municipales también se recolectan a nivel nacional en las ciudades, sobre todo, existe la necesidad de actuar en el tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos, que aún se recolectan junto con los residuos inorgánicos, de modo que su material y potencial energético permanecen sin usarse. En las zonas rurales, donde actualmente vive cerca del 50% de la población china, la gestión de los desechos todavía debe mejorarse de manera decisiva. (Nelles, 2017)

En materia de residuos sólidos orgánicos existen numerosos casos de éxito respecto a la gestión y manejo de dichos residuos alrededor del mundo, principalmente en países desarrollados, sin embargo, solo se mencionarán algunos de ellos a continuación.

En España se tiene un buen ejemplo de buenas prácticas de compostaje con el *“Programa de Recogida Selectiva y Compostaje de Montejurra”* en el año 2000, que se encuentra gestionado por la Mancomunidad de Montejurra. La Mancomunidad

de Montejurra es una unidad administrativa que agrupa a varios municipios de la Comunidad Foral de Navarra (norte de España) y que proporciona, entre otros, los servicios centralizados de agua y de gestión de residuos a los municipios que incluye. El área cubierta por el programa es de 2 000 km², e incluye a unas 52 000 personas en aproximadamente 23 000 hogares y 120 ayuntamientos para el año 2000. El programa consiste en la recogida selectiva de la fracción biodegradable de la basura doméstica en contenedores en la calle y su tratamiento en una planta centralizada de compostaje. Se producen aproximadamente 2 000 toneladas de compost a partir de 10 000 toneladas de residuos biodegradables cada año. (Comisión Europea, 2000)

El éxito del programa *“Programa de Recogida Selectiva y Compostaje de Montejurra”* se ha debido en gran medida gracias a la participación de la población y las campañas de concientización dirigidas a todos los habitantes y comerciantes. De acuerdo con la dirección del programa, el éxito se ha debido también a que ha quedado probada su operatividad, eficacia y cumplimiento de objetivos, y se ha creado de esta forma una relación de intercambio positiva entre el operador del programa y la población implicada. Además, el programa de Montejurra se ha visto beneficiado por el hecho de tratarse de un programa pionero, ya que Montejurra ha sido visitada y utilizada como ejemplo por numerosos grupos interesados, tanto dentro como fuera de España (Comisión Europea, 2000).

En Francia el *“El Programa de Compostaje de Gironde”* de 2001 y su planta de compostaje están gestionados por una empresa privada, el programa centralizado cubre 20,000 hogares de la zona desde 1999. Los residuos biodegradables de cocina y de jardinería se recogen de forma selectiva y se someten a un tratamiento de compostaje centralizado. Los ciudadanos pueden también llevar sus residuos de jardinería a centros de recogida de residuos. La planta de compostaje tiene una capacidad total de 40,000 toneladas al año y produce entre 2,000 y 3,000 toneladas de compost al mes, todo esto en 2001. La principal razón del éxito del programa es la experiencia técnica de la empresa que gestiona el programa y la calidad del

compost producido. No han tenido ningún problema de mercado para el producto final, probablemente debido a que el compost que se produce principalmente de residuos verdes, es más fácil de vender entre los agricultores franceses que el compost procedente de residuos urbanos (Comisión Europea, 2000).

Por último, está el caso de Reino Unido, donde se cuenta con el *“Programa de Compostaje de Castle Morpeth, Borough Council”* que desde 1993 está gestionado a través del Departamento de Planificación y Medio Ambiente del consejo del distrito de Castle Morpeth. El programa cubre al 25 % de la población del distrito, que incluye a 5 000 de los 20,400 hogares del mismo, y da servicio a un área de 3,000 hectáreas en 1996, el programa consiste al igual que los anteriores antes mencionados, en la recogida selectiva de los residuos biodegradables de cocina y de jardinería, y en su compostaje centralizado. El programa produce poco más de 3,000 toneladas de compost al año, de las 5,000 toneladas de residuos biodegradables recogidos en 1996. El director del programa, Malcolm Dixon, opina que el éxito de este se debe principalmente a su simplicidad, que no requiere un esfuerzo adicional de los participantes para realizar la separación selectiva (Comisión Europea, 2000).

El reconocer la importancia que le dan otros países a la problemática sobre los residuos sólidos urbanos, permite que todo aquel que lea el presente trabajo identifique los rasgos o características que debe tener una propuesta de manejo de RSO, respecto a las acciones adecuadas que ayuden a minimizar la contaminación del planeta por medio de los residuos que se desechan diariamente. Cabe señalar que las ideas sobresalientes obtenidas con base a las experiencias antes descritas es que un programa de manejo de RSO debe de tomar en cuenta la participación de la población y a su vez buscar facilitarles a los ciudadanos el trabajo de separación u segregación de residuos.

Si bien el mercado de la composta está cambiando constantemente en países desarrollados, representaría una buena forma de gestionar los RSO en países latinoamericanos, siempre y cuando se tomen en cuenta sus diferentes realidades y contextos, ya que las plantas de compostaje son capaces de utilizar de manera simultánea diferentes tecnologías en base a las necesidades y variables antes mencionadas. Aunque ya existen numerosas empresas que proporcionan tecnologías para la incineración de RSU y sean un éxito en países desarrollados, su implementación en el caso latinoamericano aún tiene dificultades, debido a que estas infraestructuras suelen tener un alto costo de inversión, adicionalmente se podría dejar de lado la oportunidad de recolectar una parte importante de los residuos aptos para el reciclaje como el PET, cartón, aluminio, vidrio, etc.

En conclusión, las experiencias de gestión de residuos en Europa develan la importancia que tiene un programa de manejo separado de residuos combinado con participación social local, planificación y acciones adecuadas, para coadyubar al desarrollo sostenible local y regional. A continuación, en los apartados subsecuentes se desarrollará y abundará sobre estas experiencias, pero en el espacio geográfico administrativo de México, analizando el contexto y realidad de los RSU y en especial como ha sido la gestión de los residuos orgánicos en dicho espacio.

1.3.2. Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México

En este apartado se describe cómo ha sido la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos en México, cuyo servicio está a cargo de los municipios y delegaciones del país, como se establece en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sin embargo, cabe resaltar las cooperaciones entre diferentes municipios o estados para trabajar en proyectos o programas en materia de residuos sólidos urbanos. En los siguientes párrafos se describe a groso modo la experiencia mexicana en materia de RSU y su contexto actual, además se hace especial énfasis en la gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos.

En México, la obtención de datos sobre residuos sólidos se convierte en un asunto de notables desafíos para quienes intentan investigar este tema. En la prestación del servicio de manejo de los residuos sólidos urbanos concurren no sólo autoridades municipales y delegacionales sino también, en algunos casos, operadores intermunicipales, estatales, y empresas privadas. (SEMARNAT, 2011).

En México, como en el caso de otros países, la creciente generación de residuos sólidos urbanos aumenta paralelamente al consumo de productos, puesto que el producto interno bruto (PIB) y la generación de residuos tienen una relación intrínseca entre ambas, en el caso mexicano han crecido prácticamente al mismo ritmo, alrededor de 2.77% anual, esta relación puede encontrarse a nivel de entidad federativa, de acuerdo con INEGI y SEMARNAT ya que aquellos estados que contribuyeron mayormente al PIB nacional también lo hicieron en volumen nacional de RSU. Un ejemplo de esto es el caso del Estado de México cuya generación de RSU fue de 6.7 millones de toneladas en el año 2012, representando el 16.1% del total de RSU en el país, la cantidad es grande si la comparamos con un estado como Colima donde la generación de RSU fue de 228 mil toneladas y que representa el 0.5% del total nacional (Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT, 2015)

La generación de RSU está íntimamente ligada al proceso de urbanización, por lo general está también implícita al incremento del poder adquisitivo de la población, que recae en estándares más altos de consumo de bienes y servicios, produciendo un volumen más grande de residuos. Por el lado contrario, las comunidades rurales no llevan a cabo un consumo de productos manufacturados, muchas veces carecen de materiales que terminen como residuo. Hablando de estos dos ámbitos cabe mencionar que la generación de RSU por tipo de localidad entre los años 1997 y 2012, deja a las ciudades pequeñas como las mayores productoras de RSU ya que pasaron de 1.9 a más de 3.5 millones de toneladas, incremento 84% en ese periodo y las localidades rurales fueron las que menor crecimiento del volumen de RSU presentaron de 4.4 a 4.7 millones de toneladas (SEMARNAT, 2015)

Además, del crecimiento de la población que de manera específica se ha dado en las zonas urbanas, se han presentado otras causas que contribuyen al problema de los residuos sólidos, que se encuentra contenido en la manera en que se manejan tales desechos, principalmente la forma en que se disponen dichas basuras, los cuales son llevados a rellenos sanitarios que no siempre se operan de la manera más adecuada, se dispersan a “cielo abierto” o se queman, lo cual crea situaciones que generan efectos negativos al medio ambiente y a la salud humana (Díaz, 2018)

Los residuos sólidos también son resultado de los intensos procesos económicos que han transformado nuestra cultura, llevando a las sociedades a volverse consumistas, visto de esta forma el consumo es más que un momento en la cadena en la actividad económica, es un proceso que culmina con la generación de enormes cantidades de residuos, debido a que el consumo de mercancías se ha modificado para su uso y rápido desecho, convirtiéndose en una actividad central de las personas y de manera general las sociedades contemporáneas (Rodríguez, 2012).

En México para el año 2017 se generaban diariamente 102,895.00 toneladas de residuos, de los cuales se recolectaban 83.93% y se disponían en sitios de disposición final 78.54%, reciclando únicamente el 9.63% de los residuos generados. En el país, sigue predominando el manejo básico de los RSU que consiste en recolectar y disponer los residuos en rellenos sanitarios, desaprovechando aquellos residuos que son susceptibles a reincorporarse al sistema productivo, lo que disminuiría la demanda y explotación de nuevos recursos, a diferencia de países como Suiza, Países Bajos, Alemania, Bélgica, Suecia, Austria y Dinamarca; donde la disposición final de los residuos es de menos del 5% en rellenos sanitarios (SEMARNAT, 2016).

El problema de los residuos sólidos, su gestión y manejo se ha convertido en un tema prioritario a nivel mundial y en México no es una excepción, sin embargo, la gran mayoría de municipios no cuentan con planes que contemplen la gestión sostenible de residuos sólidos urbanos, de forma que resulta imprescindible realizar

planes o programas, no solo para lograr objetivos ambientales sino como un esfuerzo de planeación que coadyuve a un desarrollo sostenible en los asentamientos humanos (Céspedes, 2011).

Los RSU además de representar un gasto económico importante a los gobiernos, tienen un alto costo ambiental y social para toda la población del país. Son una pieza clave de la enorme problemática que conforma la contaminación ambiental, son el resultado directo de los sistemas de producción y patrones de consumo que se tienen en la actualidad, sin embargo, representan especialmente un reto para las zonas urbanas de México hoy en día, puesto a que en estos lugares es donde emana la mayor cantidad de estos residuos, los planes y programas de manejo de RSU así como proyectos que involucren paquetes tecnológicos adecuados son de vital importancia para garantizar un desarrollo sostenible (Céspedes, 2011)

La Universidad de Guadalajara (2014), expuso la cooperación intermunicipal de manejo de Residuos Sólidos Urbanos como una posible solución, exponen una metodología de casos exitosos desarrollada inicialmente por Brinkerhoff (2003) y modificada por Coryn et al. (2009) que pretende evidenciar la existencia de sistemas exitosos de gestión en materia ambiental municipal y hace mención de los factores de éxito de programas de gestión y manejo de RSU, para que otros gobiernos municipales puedan replicar el esquema de organización.

La cooperación entre municipios se presenta entonces como alternativa a las formas tradicionales de financiamiento para la provisión de servicios públicos, debido a que en 2000, la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable y Territorial (SEMADET) del Estado de Jalisco, lanzó la estrategia de formar los Sistemas Intermunicipales de Manejo de Residuos (SIMAR), con la intención de establecer un nuevo esquema de gestión que diera soporte técnico y financiero a los municipios para apoyar la elaboración e implementación de la política estatal y municipal en materia de prevención y gestión integral de residuos sólidos, cumpliendo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

(LGPGIR) y la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco (LGIREJ).

Básicamente su metodología de casos exitosos consiste en evaluar las actividades y acciones realizadas dentro de una organización y analizar cómo están funcionando, identificando así aquellos factores de éxito los cuales pueden ser adoptados en diferentes iniciativas en otras organizaciones en las cuales han fracasado o su éxito no ha sido como se esperaba.

Respecto al caso de éxito se menciona a SIMAR – SURESTE, cuyo proceso de conformación inició en 2007 entre los gobiernos estatales de Jalisco y Michoacán, así como de los municipios que estarían implicados en la regionalización, con el fin de promover una política integral en materia de prevención y gestión integral de residuos. La región Sureste presentaba una problemática en materia de RSU similar a la nacional y de los estados, marcada por obstáculos importantes que bloqueaban la posibilidad de que los gobiernos municipales de la región pudieran cumplir con la obligación de manejar integralmente los residuos sólidos generados en sus territorios.

El asociacionismo intermunicipal planteo fortalecer las capacidades de gestión municipal e impulsar nuevas formas de gestión regional, a través de la figura de un Organismo Público Descentralizado Intermunicipal, que tuviera personalidad jurídica y patrimonio propio, así como autonomía técnica y financiera en la presentación del servicio público de limpia, recolección, tratamiento y disposición final de RSU y manejo especial. Mencionan que algunos puntos clave para el programa fueron: *una reforma institucional, desarrollo de los recursos humanos con capacitación alta y el fortalecimiento organizacional* que de acuerdo con los autores del artículo son de vital importancia para que en conjunto con las demás herramientas e instrumentos culminen en una buena gestión de los RSU a nivel regional.

Un buen ejemplo de acciones respecto a la problemática de residuos sólidos urbanos fue la del municipio de Villa del Carbón en el Estado de México, que de acuerdo con un artículo publicado por IAPEM, obtuvo un primer lugar en gestión durante el año 2017, su propuesta fue un *“Plan de manejo integral de residuos sólidos y mejoramiento de la sustentabilidad, en el municipio de Villa del Carbón, Estado de México”* el cuál consistió en un adecuado manejo de sus residuos sólidos además de mejorar la sustentabilidad en el municipio, todo esto mediante un proyecto que abarcó todas las etapas de planificación, diseño, construcción, supervisión, etc. Incluyendo medidas de mitigación de contaminantes como lixiviados y diversos gases en sitios de disposición final (IAPEM, 2017).

Entre las estrategias y acciones más importantes del plan antes mencionado y que fue implementado por el municipio de Villa del Carbón en 2017 fueron; la realización de un proyecto de educación ambiental que ayudara a la creación de un proceso formativo, sensibilizando, capacitando e informando a la población, comerciantes, autoridades, y demás agentes involucrados al mismo tiempo en que se estimulaba la participación, todo para lograr acciones como aumento de puntos de recolección, análisis de consumo de energías de unidades recolectoras para volverlas más eficientes, campañas sobre el reducir, reusar y reciclar. Para su evaluación la dirección de servicios públicos reporto a la presidencia municipal de Villa del Carbón reportes mensuales sobre el avance de las metas y que finalmente concluyo en una evaluación del proyecto (IAPEM, 2017)

El estudio de la situación ambiental del territorio municipal arrojó una serie de información que le permitió elaborar un programa con diferentes metas que estaban orientadas a la articulación e implementación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos y mejoramiento de la Sustentabilidad en el Municipio, teniendo en cuenta elementos de carácter social, ambiental, técnicos, logísticos y administrativos. Finalmente, cabe señalar que en la propuesta del programa tuvieron prioridad algunas recomendaciones que hicieron los habitantes, a través de una encuesta aplicada. Se resalta que el fortalecimiento a la conformación de

organizaciones comunitarias que ejercen la actividad de rescate y aprovechamiento de los residuos sólidos del municipio se convertiría en una solución a la problemática ambiental que lo que busca es mantener un municipio y, en general, un entorno más limpio y libre de contaminación (IAPEM, 2017)

En resumen, se puede decir que, para un manejo integral de los residuos sólidos en Villa del Carbón, se buscó promover la participación de la ciudadanía en las actividades que implica la gestión integral de los residuos sólidos, buscando que la gente aplicará los principios de generación, valorización y clasificación de los residuos sólidos. Mediante las acciones de dar a conocer cómo se aplica y vigila el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de servicios públicos, así como establecer aspectos más relevantes sobre generación, almacenamiento, recolección, transferencia, reúso y reciclaje, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales (IAPEM, 2017).

Se propone tener un mayor control de lixiviados y gases que se generan en su sitio de disposición final al aire libre o tiradero municipal, ubicado en el paraje de Bocanegra, Villa del Carbón, en concordancia con las normas técnicas existentes en materia ambiental referentes a rellenos sanitarios. Mediante un plan integral de gestión de los residuos sólidos municipales, se busca fomentar la participación responsable de la ciudadanía, en la gestión integral de los residuos sólidos (IAPEM, 2017).

Las acciones a implementar se basaron en el principio de calidad de vida, que es un concepto abstracto debido a que hace referencia a diferentes niveles del conocimiento, para el caso de Villa del Carbón se hizo alusión de calidad de vida respecto a las condiciones naturales del entorno, los criterios que se utilizaron para medirlo fueron; contaminación de aire, suelo y agua, conservación de biodiversidad y entornos forestales y finalmente sostenibilidad local (IAPEM, 2017).

La gestión de los residuos sólidos urbanos es un proceso un tanto más complejo que el que se realiza con los residuos sólidos orgánicos, sin embargo, la segregación de dichos residuos es primordial para cualquier tipo de gestión y manejo de los mismos. En México existen contados casos exitosos de manejo de

residuos orgánicos, ya que la gran mayoría no han sido documentados o su información es de difícil acceso, muchos de estos esfuerzos también han sido producto de intensos esfuerzos de diversas índoles, sin embargo, cabe resaltar que los pocos casos documentados se limitan a explicar casi únicamente el proceso de tratamiento de sus residuos orgánicos.

Las experiencias de la Ciudad de México y estados como Jalisco “líderes en la formulación y aplicación de estándares para la separación de residuos orgánicos (desechos de jardín y municipales verdes) y su envío a compostaje, así como para la gestión de residuos de rastros” ofrecen enseñanzas a extraer. Aunque otros estados y municipios tienen planes similares, en la mayoría de los casos, éstos no se observan ni se aplican con todo rigor. La Secretaría de Economía está en proceso de formular una norma voluntaria en relación con el tratamiento aeróbico de residuos orgánicos y la calidad de los productos derivados, lo que podría traducirse en oportunidades para reanimar las operaciones de compostaje en México (CCA Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017).

Las experiencias descritas anteriormente develan la importancia de incluir en la propuestas de manejo de residuos algunos aspectos como: la educación ambiental para la población del territorio donde se pretenda ejecutar cualquier programa dirigido a la gestión y manejo sostenible de residuos sólidos urbanos; otro punto es la implicancia que tiene el desarrollo de los recursos humanos con capacitación sobre el tema para el logro de objetivos; finalmente, se agrega la importancia que tiene tomar en cuenta las opiniones y recomendaciones de la población para el desarrollo de las propuestas finales, ya que del nivel de consenso entre los diferentes actores que participan en todas las fases del manejo de los RSU en un espacio en específico, dependerá el éxito o fracaso de cualquier propuesta.

Una de las aportaciones importantes de las experiencias es la creación de cooperativas intermunicipales para la prestación del servicio de gestión de RSU, ya que de esta forma se facilitaría la adquisición de equipamiento e infraestructura

adecuada en materia de RSU, sin comprometer las finanzas de uno solo de los municipios, de manera que entre la cooperativa sería factible conseguir los recursos financieros necesarios para realizar un adecuado programa de manejo de residuos sólidos urbanos específicamente los orgánicos.

Cuadro 2 Comparación de Casos de Estudio

Tipo de Residuo	Lugar y/o País	Beneficio	Característica de Gestión y/o Manejo
Residuos Inorgánicos	Alemania	Obtención de Energía Térmica y Eléctrica	Incineración de residuos sin potencial de reciclaje
Residuos Inorgánicos	China	Obtención de Materias Primas e Insumos Reciclables	Recolección de plásticos y metales reciclables sin separación de residuos orgánicos en zonas urbanas
Residuos Orgánicos	España	Compost de Residuos Sólidos Urbanos	Éxito a nivel regional gracias a participación ciudadana
Residuos Orgánicos	Francia	Compost de Residuos Orgánicos Verdes	Éxito gracias a un compost de mejor calidad y experiencia técnica

Residuos Orgánicos	Reino Unido	Compost de Residuos Sólidos Urbanos	Éxito con base a facilidades para los usuarios que generan residuos orgánicos
Residuos Inorgánicos y Orgánicos	México (Jalisco y Michoacán)	Institucionalización de la Gestión Integral de RSU	Asociacionismo intermunicipal y fortalecimiento de la gestión de RSU a través de Organismo Público Descentralizado
Residuos Inorgánicos y Orgánicos	México (Villa del Carbón)	Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos y Mejoramiento de Sustentabilidad	Proyecto holístico que contempla educación ambiental, generación de planes de acción, mejoramiento y control del manejo en sitios de disposición final de RSU

Fuente: Elaboración propia con base a Real (2016), Congreso ALDIS – DIRSA (2007), Nelles (2017), Comisión Europea (2000), Universidad de Guadalajara (2014) e IAPEM (2017).

1.4. Metodología para la Gestión Sostenible de los Residuos Sólidos

Urbanos

Para la construcción de una metodología para el diseño de propuesta de gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos, se tomó como referencia un programa y dos guías: la *guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GiZ)*, la *guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales (SEMARNAT)* y por último el *programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial del Estado de México*. Cabe mencionar que se retomará de estos documentos los conceptos adecuados a las condiciones del territorio de estudio y metodologías para formular una propuesta que se muestre como tentativa de solución al problema de los residuos sólidos en Tianguistenco (Wehenpohl, 2006) y (SEMARNAT, 2001).

Para comprender de una mejor manera las dos primeras guías que se mencionaron anteriormente, el siguiente cuadro presentado a manera de análisis comparativo las principales características de las dos guías y sus principales diferencias entre lo que propone GiZ y lo que propone la SEMARNAT, independientemente de su origen las dos tienen el mismo objetivo en cuestiones que tienen que ver con residuos sólidos urbanos, así que es de gran importancia hacer énfasis en su estructura, para su posterior uso en el desarrollo de una metodología para Tianguistenco.

Cuadro 3 Comparación entre Metodología GIZ y SEMARNAT

ESTRUCTURA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	
<i>Metodología GIZ (Programa municipal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos)</i>	<i>Metodología LGMIRS (Gestión integral de los residuos sólidos municipales)</i>
<p>El PMPGIRSU es un instrumento estratégico y dinámico para la implementación de una política municipal en el sector, basado en un diagnóstico básico de la situación actual y bajo los principios de responsabilidad compartida (corresponsabilidad) de los diferentes actores en el sector.</p> <p>ELEMENTOS BÁSICOS DE UN PROGRAMA DE PMPGIRSU</p> <p>La elaboración y ejecución del Programa se divide en tres etapas:</p> <p>Primera Etapa: Levantamiento de los datos existentes de la gestión actual de los RSU, Análisis y diagnóstico de la situación actual, definición de resultados y objetivos con los responsables, técnicos del área y municipio.</p> <p>Segunda Etapa: Elaboración de bases del diseño, planeación participativa de la estrategia de la gestión integral de RS, diseño y evaluación de líneas estratégicas principales, concretización y armonización de las actividades principales, evaluación de la factibilidad financiera, discusión y aprobación de la estrategia por el cabildo / H. ayuntamiento y publicación de los resultados.</p>	<p>La planeación de la GIRSM tiene como objetivo sintetizar la visión estratégica sobre la solución de los problemas relacionados con los RSM en el municipio y expresarlos no solamente en proyectos y programas específicos, sino en actitudes, valores y acciones cotidianas que permitan transitar hacia un modelo de desarrollo sustentable en la localidad y que determinen el contenido de la capacitación, la política de comunicación y difusión del municipio.</p> <p>ELEMENTOS BÁSICOS DE UN PROGRAMA DE GIRSM</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nombramiento del responsable del proceso de diagnóstico, planeación, desarrollo y puesta en operación del Programa de GIRSM. 2. Definición de las condiciones de trabajo, integración del equipo, mecanismos de consulta a seguir, calendarización de las tareas de la primera etapa (diagnóstico) e integración del reglamento respectivo de trabajo. 3. Establecer un grupo de trabajo con los representantes de todos los sectores involucrados en el manejo de los residuos sólidos 4. Elaboración del diagnóstico de la situación de los RSM en la localidad.

<p>Tercera Etapa: Concretar y operar las medidas tomadas como prioritarias en el ámbito de la política ambiental municipal, implementación del PMPGIRSU, monitoreo y evaluación del PMPGIRSU y actualización del PMPGIRSU</p> <p>El responsable para la elaboración del programa es el municipio en su conjunto, que incluye a las autoridades municipales, comercios, servicios e industria, así como la sociedad civil. Para su elaboración se puede solicitar la ayuda de consultores calificados para el desarrollo parcial o total del PMPGIRSU.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. llevar a cabo un ejercicio de planeación, en el que participen las autoridades municipales y los sectores involucrados. 6. Desarrollo del Programa de GIRSM 7. Presentación del Programa de GIRSM a la comunidad 8. Adecuación del Programa de GIRSM y elaboración de la versión definitiva. 9. Modificación del Reglamento de Limpia Municipal 10. Desarrollo de un proyecto piloto en un barrio o colonia. 11. Evaluación del proyecto piloto y adecuación del Programa de GIRSM. 12. Puesta en operación del Programa de GIRSM. 13. Seguimiento, evaluación y modificaciones necesarias para el buen desempeño del Programa de GIRSM.
---	---

Fuente: Elaboración propia con base a: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (2006)

De los dos procesos resumidos en el cuadro 2, el segundo está compuesto por un lenguaje menos técnico que el primero, el segundo es un poco más explicativo, sin embargo ambas contienen similares referencias y términos para poder conformar y establecer el contenido de un Plan de Manejo de Residuos, cabe mencionar que ambos exhortan el uso de la planeación estratégica y respecto a este punto la propuesta de GiZ hace mayor referencia a ella, pero en los dos se encuentra presente las cuestiones de recabar información y datos para desarrollar un diagnóstico, proyecciones de la problemática para su posterior propuesta de solución del manejo de RSU. En ambas metodologías se requiere de un enfoque sistémico, ya que el correcto diseño de cualquiera de requiere de un buen análisis de los diferentes subsistemas que componen al municipio de estudio.

Por último, cabe mencionar que el programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial del Estado de México, es un instrumento metodológico que requiere ser sometido a objetivos muy específicos, dentro del programa contempla mucho más de lo que se mencionó anteriormente. Sin embargo, integra muchos más apartados para el diagnóstico, diseño de líneas de acción y su instrumentación, puede ser de utilidad algunos de sus lineamientos para la posterior integración en la metodología a realizar para Tianguistenco.

Posteriormente, para la metodología se retoman los elementos de las dos primeras guías antes citadas. La metodología para el presente trabajo está compuesta por tres etapas las cuales describiré a continuación:

Cuadro 4 Metodología propuesta para una gestión sostenible de residuos sólidos: manejo de residuos sólidos orgánicos en el Tianguis de días martes en cabecera municipal de Tianguistenco.

<p><i>Primera Etapa</i> <i>Diagnóstico y Levantamiento de Datos</i></p>	<p><i>Segunda Etapa</i> <i>Consenso entre los actores locales</i></p>	<p><i>Tercera Etapa</i> <i>Propuesta de Gestión Sostenible de Residuos Orgánicos de Tianguistenco</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización del área de estudio en sistemas, localización, social-cultural, económico y biofísico - Usar Normas Mexicanas necesarias en materia de residuos sólidos - Caracterización del manejo en Residuos Sólidos Urbanos de Tianguistenco - Diagnóstico para el manejo de residuos sólidos orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de consenso entre los actores municipales, comerciantes y población general. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propuesta de programa de manejo integral de RSO - Evaluación de la factibilidad financiera. - Discusión y aprobación por el cabildo / H. de Ayuntamiento.

<ul style="list-style-type: none"> - Recomendaciones previas para el manejo integral de RSO - Discusión de resultados, definición de objetivos en conjunto con responsables y técnicos del área - Diseño y evaluación de principales líneas de acción estratégicas - Formulación de una propuesta de gestión para los RSO 		<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de acciones de manejo sostenible de residuos sólidos orgánicos de la cabecera municipal.
---	--	---

Fuente: Elaboración propia con base a: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (2006)

Fase I Diagnóstico y Levantamiento de Datos

En esta primera etapa se lleva a cabo el diagnóstico y levantamiento de datos cualitativos respecto al ámbito económico, social, biofísico local y cuantitativos; como número de puestos generadores de RSO, generación y peso volumétrico de dichos residuos, entre otros. Primeramente se hará una caracterización del área en sistemas localización, socio – cultural, económico y biofísico, para finalmente discutir resultados sobre las características de los RSO generados en el Tianguis de días martes vinculados con su entorno y contexto local, definiendo objetivos, líneas de acción estratégicas en conjunto con los encargados y técnicos del área, todo esto involucrando principalmente datos de los cuatro sistemas principales como uno mismo; *localización, social - cultural, económico y biofísico* seguido de una visita a campo en la cual se aplicarán las siguientes normas mexicanas y que *para* la caracterización de los residuos y el cálculo de las estimaciones derivadas de ello, lo más correcto será utilizar tres normas mexicanas: la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, para la determinación de la generación y la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985 para el cálculo del peso volumétrico, la cuantificación de sub productos no es necesaria ya que el proyecto de investigación se centra únicamente en los residuos sólidos orgánicos.

Con base a todos los pasos anteriores se podrá realizar un análisis y diagnóstico general de la situación actual en la que se encuentra el municipio de Tinguistenco, posterior al diagnóstico se realizará el diseño de un cuadro causas efectos y escenarios para generar de igual forma un análisis FODA que reflejen la realidad del problema y ver las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se tienen al respecto de la problemática, aunado a esto se podrán dar las primeras recomendaciones para el posterior desarrollo del programa, estrategias y líneas de acción.

En la parte final de esta primera etapa se someterán los resultados a escrutinio y discusión ante los responsables de la gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, así como de su equipo técnico, para poder definir los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización del programa y acciones que emanen de ese análisis.

Fase II Consenso entre los Actores Locales

El consenso en el presente trabajo y en esta fase, es referirse a la toma de decisiones en común acuerdo por parte de los miembros más representativos de cada grupo de involucrados es decir tinguistas, autoridades locales y sector privado. Por otro lado, lo que caracteriza al consenso es que es el proceso por el que los implicados tienen que pasar forzosamente para llegar a un acuerdo; el método y los resultados son muy diferentes a los mecanismos de votación por mayoría.

En esta fase se llevará a cabo un proceso de consenso fundamentado en el respeto a todos los grupos involucrados que tomarán parte en la decisión que se está por llevar a cabo. En la práctica, se aplica para aprovechar las ideas de todos sus miembros y permite llegar normalmente a decisiones de mayor calidad porque se combinan las ideas de todos los miembros. Las decisiones que se toman por consenso pueden ser mejores que las que se toman por votación y como este favorece la aceptación, es más probable que los involucrados implementen las decisiones que aceptan.

El consenso con los actores municipales, sectores involucrados y la sociedad en general para discutir y comentar opiniones acerca de las medidas que se pretenden

implementar para erradicar la problemática, resulta importante para que el programa sobre residuos sólidos urbanos no fracase, de tal manera que en una de las fases medulares y más delicadas en el proceso de gestión y manejo sostenible de residuos sólidos urbanos en el municipio de Tianguistenco.

Fase III Manejo Sostenible de Residuos Sólidos Orgánicos

Con base al diagnóstico y análisis de las dos etapas anteriores, se va a desarrollar la propuesta final para el programa de gestión de residuos sólidos orgánicos en Santiago Tianguistenco, Estado de México, donde se expondrán las partes y puntos más importantes que van a integrarlo, para los días martes de tianguis. Después, se llevará un proceso exhaustivo de evaluación y factibilidad financiera del programa. Se someterán a discusión y aprobación por el cabildo del H. de Ayuntamiento de Tianguistenco, el cuál determinará si es que estas son soluciones óptimas para beneficio de los ciudadanos y pobladores del municipio. Finalmente, la presente propuesta se someterá a disposición de las autoridades pertinentes para sus fines en materia de desarrollo sostenible y en caso de ser posible, ser implementadas.

El presente trabajo se compromete a llevar a cabo la primera fase con todos sus partes e instrumentos, ya que la segunda fase requiere de un proceso complejo de consenso para llegar a un común acuerdo entre las partes involucradas, donde además resulta muy delicada esta fase debido al nivel de complejidad al exponer y confrontar las ideas que tienen cada una de las partes involucradas, sin embargo, la propuesta de la fase III se consolidará como tal para que los administrativos del H. Ayuntamiento de Tianguistenco dispongan de una idea de solución pertinente a la problemática del municipio.

En este documento se tratará solo los residuos sólidos urbanos, y de manera particular, los residuos sólidos orgánicos, bajo el enfoque del desarrollo local sostenible, la finalidad de los subcapítulos es dar a entender a cualquier persona que lea este trabajo la importancia e implicancia que tiene la problemática analizada en el ámbito de la sostenibilidad, los conceptos y casos de estudio presentados dan

cuenta de las acciones implementadas para lograr un desarrollo más amigable con el medio ambiente, los enfoques teóricos y conceptuales permiten direccionar cualquier acción que se pretenda realizar, particularmente la metodología es un esfuerzo para concretar una propuesta final que este estrechamente vinculada a la zona de estudio y sirva para formular adecuadas estrategias de acción planificada.

A manera de conclusión de este capítulo se puede decir que, aunque los problemas medio ambientales pueden abarcar diferentes y variados orígenes, una de las problemáticas más importantes recae en la inadecuada gestión y manejo de RSU debido a que es un hecho que existe una relación entre el crecimiento de la economía y la generación de residuos, principalmente porque se vive en sociedades de consumo cuyos productos adquiridos suelen tener un periodo muy corto de uso o incluso son prácticamente desechables. Por otro lado, los problemas medio ambientales requieren de un enfoque teórico que sirva de guía para orientar acciones concretas, el desarrollo sostenible es actualmente un referente teórico para diferentes trabajos de índole ambiental, por lo que el conocer su estructura y conceptos permite una mayor comprensión del tema que se está tratando en el presente escrito.

Los casos de estudio a nivel mundial y nacional generaron un panorama amplio sobre cómo se gestionan y manejan los RSU y RSO de manera adecuada, aumentando las posibilidades de crear ideas pertinentes para el caso de México y en especial la propuesta final del presente documento. Adicionalmente cabe señalar que fue muy útil presentar el análisis de las metodologías existentes para gestionar y manejar RSU, ya que la metodología especializada final, fue el resultado de comprender cuál es la manera más propicia de abordar la problemática que se pretende atender, sin embargo el presente trabajo solo se compromete a aplicar la fase I, ya que la realización de las últimas dos fases de la metodología propuesta depende de las autoridades competentes encargadas de su aplicación y/o ejecución. El fin del documento es servir como una propuesta adaptada al caso particular de Tianguistenco y que en cuyo caso será comentado o tomado en cuenta por agentes de cambio por su contenido y como referencia.

Capítulo II. Marco Legal y de Planeación sobre Residuos Sólidos Urbanos

En este capítulo se desarrolló un marco legal y de planeación en materia de residuos sólidos urbanos que sea de utilidad para comprender las connotaciones legales que tiene la problemática en cuestión, respecto a las leyes y artículos que emanan de las diferentes fuentes jurídico administrativos. Además, los alcances y limitaciones que tienen los municipios respecto a los residuos sólidos orgánicos, también es preciso decir que las acciones y funciones en materia de residuos sólidos orgánicos de los municipios estarán sujetas a las disposiciones que emanan del siguiente marco institucional y legal.

2.1. La Legislación sobre los Residuos Sólidos Urbanos en México

2.1.1. Ámbito Federal

La gestión de RSU, está implícita en la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos en su Artículo 115, Fracción III, Inciso C, que establece que los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos. Los municipios, previo acuerdo entre sus ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan (H. Congreso de la Unión, 2007)

De manera axiomática la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA) establece los principales fundamentos y ordenamientos a nivel nacional en materia medio ambiental, esta ley se estructura alrededor de cuatro conceptos básicos: política ecológica, manejo de recursos naturales, protección al ambiente y participación social, que se fundamenta en el sistema de concurrencias, el sistema nacional de áreas naturales protegidas y las medidas de control, de seguridad y el régimen de sanciones (H. Congreso de la Unión, 1988).

Sin embargo, para efectos del presente trabajo, a los Estados y municipios les compete el artículo 6° en materia de política ecológica local; la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en bienes y zonas de su jurisdicción; la regulación de actividades no consideradas como riesgosas, el manejo de parques urbanos y zonas de conservación ecológica, la prevención y control de la contaminación atmosférica, de las aguas y por ruido,

vibraciones, energía térmica y lumínica, olores en bienes y zonas de su jurisdicción; el ordenamiento ecológico local, la regulación con fines ecológicos del aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la federación, en los centros de población, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en relación con los efectos derivados por la prestación de servicios de alcantarillado, limpia, mercados y central de abasto, peatones, rastro, tránsito y transporte, el manejo y disposición de residuos sólidos que no sean peligrosos, entre otros (H. Congreso de la Unión, 1988).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA): establece que las obras de infraestructura (como son las plantas de compostaje) relacionadas con los RSU estarán sujetas a la normatividad en materia de impacto y riesgo ambiental, de acuerdo con la normatividad vigente de las entidades federativas (Wehenpohl, 2006).

Otro ordenamiento importante a nivel federal es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, dentro de su Artículo 115, *Fracción III y IV*, establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de controlar y prestar por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en recolección, traslado, tratamiento y disposición final, por lo que en la *Fracción V*, se establece que tiene la facultad de otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios del manejo integral de los residuos sólidos urbanos (H. Congreso de la Unión, 2003)

Para el caso de la *Fracción X*, de este mismo artículo, el municipio tiene la facultad de realizar el cobro por el pago de los servicios del manejo integral de los residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismo (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003).

En esta misma Ley, en el Artículo 9º, *Fracción VII*, se faculta a las entidades federativas, para promover en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral

de los residuos sólidos urbanos, en su territorio, con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003).

2.1.2. Ámbito Estatal

A nivel estatal el Código de Biodiversidad del Estado de México surgió como un documento unificador de los instrumentos jurídicos anteriores, en aras de que todas sus disposiciones quedarán plasmadas en un solo texto, en este documento se puede localizar en su *Libro Cuarto. De la prevención y gestión integral de residuos*, de manera indiscutible las disposiciones relevantes en materia de *residuos sólidos urbanos* que en sus *ocho títulos* donde se mencionan las disposiciones generales, la clasificación de los residuos, la minimización de la generación de los residuos, la generación de los mismo, de los servicios de limpia y recolección de residuos, de los particulares que intervienen en la disposición y manejo de los residuos para su reciclaje y reutilización, de los suelos contaminados y de las medidas de seguridad, sanciones, reparación del daño y recursos de inconformidad (H. Congreso del Estado de México, 2008).

En materia de residuos sólidos orgánicos esta normatividad está acorde a la Ley General de Residuos y establece algunos lineamientos básicos para la composta como son el dimensionamiento de la oferta de residuos orgánicos y de la demanda de composta; el desarrollo de guías técnicas, criterios de calidad y medidas para prevenir riesgos; así como la planeación, infraestructura, recursos y difusión de un programa de aprovechamiento de residuos. Un aspecto relevante en este código es la obligación de procesamiento de los residuos biodegradables que impone a las industrias (Wehenpohl, 2006).

Adicionalmente la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental del Estado de México, establece respecto a este punto sobre gestión y manejo de RSU 17 normas técnicas estatales ambientales hasta la fecha, de las cuales solo le son pertinentes a este presente documento 3 de esas normas (Poder Ejecutivo del Estado de México, 2006).

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006; que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos. De esta norma técnica se obtendrán los criterios para la producción de diferentes tipos de compost y se obtienen discreciones a tomar en cuenta para la venta, en caso de que se quiera comerciar con algún tipo de subproducto.

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-010-SMA-RS-2008; que establece los requisitos y especificaciones para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Esta norma es especialmente útil para el desarrollo de las instalaciones que se pretendan implementar en algún espacio y disminuir riesgos, particularmente se lleva al cumplimiento de criterios que vuelven eficaz el manejo de una planta de composteo o de tratamiento de RSU.

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011; que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento y entrega por separado al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Es una herramienta útil para todos aquellos que intentan implementar un programa de separación de residuos sólidos urbanos, ya que uno de los principales requisitos es el manejo diferenciado de las facciones orgánicas e inorgánicas.

2.1.3. Ámbito Municipal

El Bando municipal de Tianguistenco, es el máximo instrumento jurídico a nivel municipal, en su *Título Sexto de los Servicios Públicos, Capítulo I, artículo 61* establece que el municipio a través de la dirección de servicios públicos va a proveer de los servicios necesarios para la población considerando las condiciones territoriales y socioeconómicas del municipio, así como su capacidad administrativa y financiera del municipio. En el *Capítulo II, artículo 64* menciona que la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, son servicios públicos municipales considerados en forma enunciativa y no limitada (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Finalmente, en su *Capítulo V. Del Alumbrado Público, Limpia, Recolección, Traslado, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos, artículo 72* menciona que corresponde a la Dirección de Servicios Públicos del Ayuntamiento, a través de la unidad administrativa correspondiente, la prestación del servicio de limpia, recolección, traslado y disposición final de residuos no peligrosos domiciliarios de conformidad con la normatividad aplicable, en los días y horas establecidos su reglamento. Es un servicio que se debe de prestar de manera regular y uniforme dentro del territorio municipal, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio (H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2018).

En este apartado sobre la normatividad municipal cabe resaltar que ningún artículo dentro del título y capítulos correspondientes a los residuos sólidos, menciona un *programa o plan de manejo integral o sostenible de dichos residuos*. Solo menciona las atribuciones y funciones de la dirección que es encargada de su manejo, que se dispone a brindar el servicio a la población mediante barrido, recolección, traslado y disposición final en relleno sanitario (H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2018).

Cuadro 5 Resumen de Leyes

Ley y Referencia	Aportaciones
<ul style="list-style-type: none"> - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (H. Congreso de la Unión) - Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1988) - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> - Artículo 115: Municipio a cargo del servicio de gestión y manejo de RSU - Artículo 6º: Municipios encargados de preservación, restauración y protección del medio ambiente. - Artículo 115: Deslinde de funciones y atribuciones de prestadores de servicio de manejo de RSU, público o particular.
<ul style="list-style-type: none"> - Código de Biodiversidad del Estado de México (H. Congreso del Estado de México, 2008) - Normas Técnicas Estatales Ambientales NTEA-006-SMA-RS-2006, NTEA-010-SMA-RS-2008 y NTEA-013-SMA-RS-2011 (Poder Ejecutivo del Estado de México, 2006) 	<ul style="list-style-type: none"> - Libro Cuarto. Respecto a la prevención y gestión integral de residuos, caracterización y manejo de RSU. - Normas técnicas ambientales para, separación de RSU desde el origen, creación e instalación de centros de manejo de RSU y requisitos para producción de compost.
<ul style="list-style-type: none"> - Bando Municipal de Tianguistenco (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> - Artículo 61. Dirección de Servicios Públicos, proveedor del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de RSU.

Fuente: Elaboración propia con base a: H. Congreso de la Unión de México, 2006, 2003 y 1998. H. Congreso del Estado de México, 2006 y 2008. H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2019.

2.2. Marco de Planeación sobre Residuos Sólidos Urbanos

2.2.1. Agenda 2030 y Planeación en México

En materia medio ambiental México pacto diferentes acuerdos en dicha materia de los cuales resalta la que comenzó el 25 de septiembre del 2015, cuando los 193 estados miembros de las Naciones Unidas, adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible entre ellos México, con 17 objetivos y 169 metas para transformar el mundo, de los cuales 6 están enfocados en el medio ambiente estos son los objetivos 3, 6, 7, 11, 13, 14 y 15. Hasta ahora México ha orientado la planeación para el logro de estos objetivos, de manera que se puede apreciar su vinculación y relación con planes y programas nacionales (ONU, 2018).

El objetivo 3 Salud y bienestar en su Meta 3.9 establece que para el año 2030 se debe reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, agua y suelo. En el objetivo 6 Agua limpia y saneamiento menciona la necesidad mejorar la calidad del agua al tiempo que se debe de reducir su contaminación, proteger los ecosistemas relacionados con el agua, y esto implica de manera directa que no se encuentre residuos sólidos urbanos en ríos, barrancas u otros espacios relacionados con el agua (ONU, 2018).

En el objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles se menciona en su Meta 11.6 que de aquí a 2030 se debe reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. En su Meta 11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional (ONU, 2018).

Y finalmente en el objetivo 12 Producción y consumo responsable, en su Meta 12.4 de aquí a 2030 lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud

humana y el medio ambiente y en la Meta 12.5 De 2020 a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (ONU, 2018).

Es importante lo que propone la agenda 2030 debido a que México está ligado al pacto entre las naciones que decidieron implementar esta agenda en sus respectivos países, de tal suerte que en México documentos como el Plan de Desarrollo Nacional, el Plan de Desarrollo del Estado de México y planes de municipios están ajustando sus líneas de acción hacia el desarrollo sostenible con acciones sustentables.

2.2.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018

El Plan Nacional de Desarrollo se presenta en cumplimiento al Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y se elabora de acuerdo con lo establecido en la Ley de Planeación, *tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la Administración deberán regir la acción del gobierno, de tal forma que ésta tenga un rumbo y una dirección clara*. Representa el compromiso que el Gobierno Federal establece con los ciudadanos y que permitirá, por lo tanto, la rendición de cuentas, que es condición indispensable para un buen gobierno. El Plan establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste (H. Congreso de la Unión de México, 2007).

En su pilar estratégico IV. México Próspero, en el apartado IV.1 Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos, hace referencia a el desarrollo sustentable y explica que el cambio climático y la degradación del ambiente son temas prioritarios para México ya que, durante el periodo de Enrique Peña Nieto, se sostuvieron diferentes compromisos medio ambientales a nivel internacional, sin embargo, expone que el crecimiento económico del país está estrechamente ligado a la emisión de gases de efecto invernadero y la generación excesiva de residuos sólidos urbanos, dentro de los retos importantes menciona el reto vi) donde dice que

se debe incentivar la separación de residuos para facilitar su aprovechamiento (H. Congreso de la Unión, 2013).

Además, en su Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono, menciona como parte de sus líneas de acción que se debe lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente (H. Congreso de la Unión de México, 2013).

2.2.3. Plan de Desarrollo del Estado de México 2018 – 2024

El Plan de Desarrollo del Estado de México es un instrumento de planeación que sirve para direccionar el rumbo de las acciones, medidas, estrategias, programas que dan camino al desarrollo económico, social, territorial y ambiental del Estado de México, para cumplir con tal propósito actualmente se encuentra alineado con los objetivos para el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México, 2018).

Específicamente en su *Pilar Territorial: Estado de México ordenado, sustentable y resiliente*, en su apartado de *Calidad del aire y gestión de desechos sólidos* se habla de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociados a la calidad del aire, así como la producción de desechos urbanos, industriales y agropecuarios representan una problemática que debe atenderse. Además, en su estrategia 3.2.2 *Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de desechos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión* (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México, 2018).

Maneja 5 *líneas de acción* respecto a los residuos sólidos urbanos

- a) Promover una cultura de reciclaje y reducción de desechos entre los diferentes sectores de la sociedad.
- b) Fomentar la separación de residuos desde la fuente para su reutilización o reciclaje.
- c) Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental.
- d) Aprovechar los residuos sólidos urbanos y agropecuarios para la generación de biogás como fuente de energía.
- e) Establecer una visión metropolitana en la gestión de residuos sólidos urbanos.

2.2.4. Plan de Desarrollo Municipal 2019 – 2021

El Plan de Desarrollo Municipal, entendido como el instrumento rector de la Administración Municipal, indispensable para dirigir el rumbo del municipio, vinculado con el Plan Estatal de Desarrollo, es considerado como la base fundamental de la planeación para el desarrollo del municipio como proceso permanente, debe ser el medio para lograr el progreso económico y social en el municipio, dirigido principalmente a brindar la atención de las necesidades básicas que se traduzcan en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, mediante la participación de los diferentes órdenes de gobierno, habitantes, grupos y organizaciones sociales y privados (H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2018).

En el plan de desarrollo municipal 2019 – 2021, respecto a la gestión y manejo de RSU, en el apartado IV. III. III. II. Subtema: Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, únicamente menciona de datos como la cantidad de residuos generados en la totalidad del municipio, generación per cápita y un reporte de donde está ubicado el sitio de transferencia de RSU municipal. Cabe decir que en ningún apartado de dicho plan se mencionan estrategias y/o acciones que dirijan el desarrollo sostenible del municipio, por lo que en los siguientes párrafos se cita el plan municipal de desarrollo municipal 2016 – 2018.

Cuadro 6 Resumen de Planes

Plan y Referencia	Aportaciones
Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión de México, 2013)	Pilar Estratégico IV. México Próspero, apartado IV.1 Referencias sobre el desarrollo sustentable y fortalecimiento de compromisos a nivel internacional. Estrategia 4.4.3. Fortalecimiento de la política nacional de cambio climático y cuidado del medio ambiente.
Plan de Desarrollo del Estado de México 2018 – 2024 (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México, 2018)	Alineación con los objetivos para el desarrollo sostenible Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Pilar territorial: Estado de México ordenado, sustentable y resiliente; Promoción de reciclaje y reducción de RSU, fomentar gestión y manejo de RSU.
Plan de Desarrollo Municipal Tlanguistenco 2016 – 2018 (H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2016)	La participación de los órdenes de gobierno, sociedad y empresas parte fundamental de un municipio progresista. Apartado 3.2.1.1. Diagnostico General, ahonda en la falta de recursos orientados a la gestión y manejo de RSU, ausencia de planes o programas con tal fin.

Fuente: Elaboración propia con base a: H. Congreso de la Unión de México, 2019. Comité de Planeación del Estado de México, 2018. H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2018.

3.2.1.1. Diagnostico general pilar temático municipio progresista, el plan de desarrollo municipal de Tlanguistenco 2016 – 2018 menciona que el manejo de residuos sólidos demanda una gran cantidad de recursos financieros que puede no estar al alcance del municipio, además Tlanguistenco no cuenta con un centro de disposición para los desechos sólidos. La principal problemática en el municipio en materia de residuos, es la carencia de un programa de manejo de residuos sólidos recayendo en que la población dispone los residuos sólidos en zonas no aptas (H. Ayuntamiento de Tlanguistenco, 2018).

Por otro lado, en el plan se menciona en el subtema: manejo de residuos sólidos que el *objetivo* en dicha materia es mitigar el daño provocado por la disposición de los residuos sólidos sin previo tratamiento, así como ampliar la cobertura de limpia en el municipio, su *estrategia* es incrementar las acciones de control sobre la recolección y disposición de residuos sólidos y sus *líneas de acción* gestionar la construcción de un relleno sanitario, implementar el programa “Municipio Limpio”, implementación de campaña permanente de limpieza, gestionar la adquisición de camiones recolectores de basura, fomentar el reciclaje, reutilizar y reducir (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018)

A manera de conclusión de este capítulo es pertinente comentar que indiscutiblemente la gestión y manejo de residuos sólidos urbanos le es adjudicado a los municipios, y que los Estados deben promover en conjunto con la federación acciones y proyectos que busquen mejorar la gestión y manejo de dichos residuos. Además, en otros documentos como el Plan de desarrollo del Estado de México, se habla también de realizar acciones concretas para mitigar la problemática medio ambiental con los residuos en concordancia a lo propuesto por la Agenda 2030 que ha servido de referencia respecto a temas medio ambientales y de sostenibilidad.

Todo el marco legal y normativo que se mostró a lo largo de este segundo capítulo sirve de referencia para legitimar la necesidad de crear planes, acciones y programas focalizados a resolver la problemática de la inadecuada gestión y manejo de residuos sólidos urbanos y en especial los residuos sólidos orgánicos.

Cabe resaltar que la tendencia de las normas y leyes gira en torno al medio ambiente, sin embargo, existe la necesidad de la legislación mexicana por atender algunos problemas globales desde los municipios, encomendándoles la dirección de las acciones que coadyuven a un desarrollo sostenible desde lo local, con sugerencias casi obligadas para llegar a dicho desarrollo.

Capítulo III. Situación de los Residuos Sólidos Urbanos en Santiago Tianguistenco

El propósito de los siguientes subcapítulos es caracterizar la zona de estudio con el fin de exponer las relaciones funcionales de los diferentes sistemas, ya que estos delimitan las características de su localización, de su sistema sociocultural, económico, biofísico y técnico. Por ello se describen los principales aspectos y fundamentos sustanciales del municipio de Tianguistenco, vinculando su relación con respecto al ámbito de los residuos sólidos urbanos, para tal objeto en esta parte se lleva a cabo la fase I de la metodología especializada propuesta para el presente trabajo, lo cual se verá reflejada en el desarrollo del texto donde se aprecian muchos de dichos datos, pertinentes a su espacio.

Adicionalmente se expone un diagnóstico sobre el manejo actual de RSO en el municipio, acompañado de las fases de generación, recolección transporte y disposición final. Que fueron obtenidos por medio de visita a campo, con apoyo de los instrumentos metodológicos propuestas anteriormente en el apartado 1.4 del capítulo I, los resultados entonces presentados a lo largo de este capítulo se centraran en el espacio geográfico de la zona de estudio, para realizar finalmente los escenarios, análisis FODA y primeras sugerencias respecto a la problemática en Tianguistenco.

3.1. Caracterización del Área de Estudio con Enfoque Sistémico

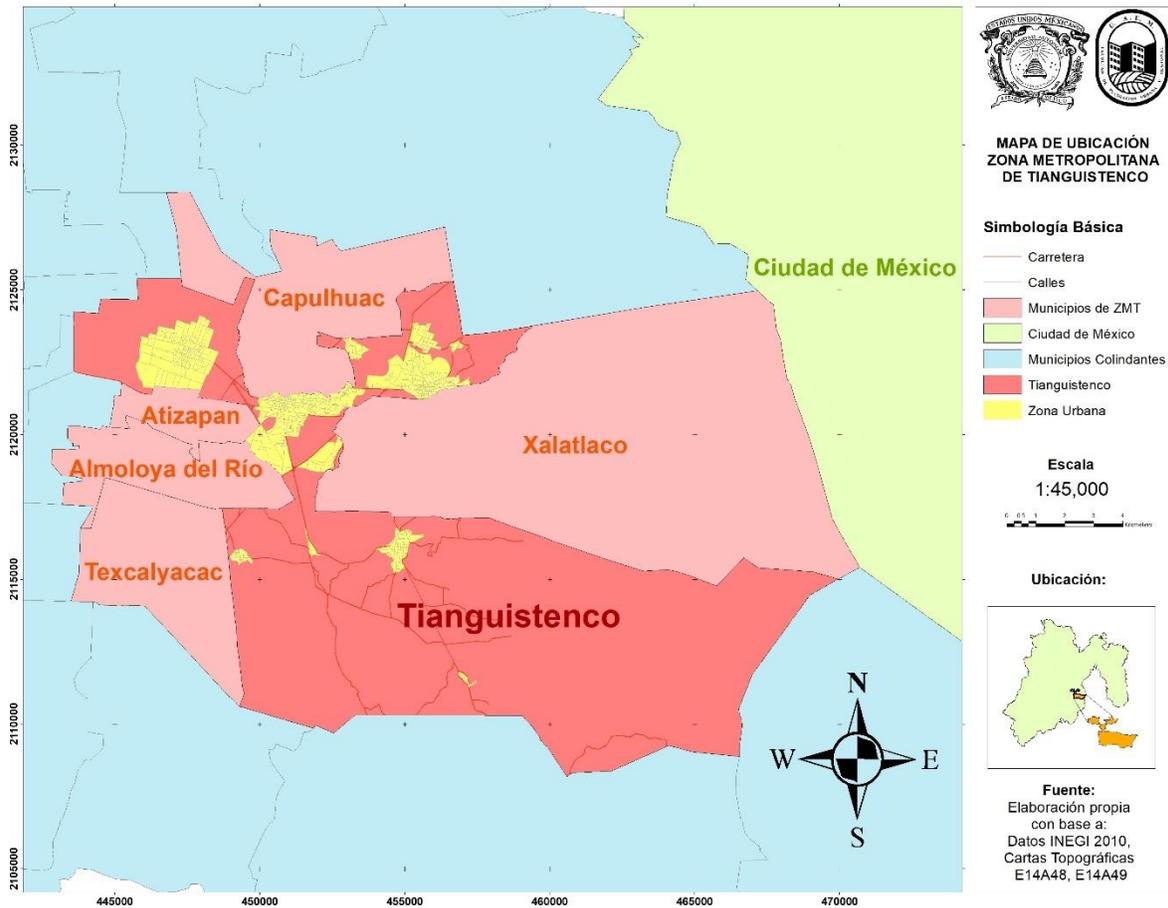
La problemática de residuos sólidos urbanos implica un estudio interdisciplinario, como se mencionó en el capítulo I, es por ello que el objetivo de esta disertación toma en cuenta una visión sistémica para su construcción, adicionalmente cabe señalar que el municipio se encuentra dentro de la zona metropolitana de Tianguistenco, se hace mención tratando de no inmiscuir datos innecesarios o poco relevantes para el objeto de estudio ya que su fin es servir de insumo para una posterior identificación de problemáticas, recomendaciones y la construcción de la propuesta final.

3.1.1. Localización

La zona de estudio se encuentra inmersa dentro de la zona metropolitana de Tianguistenco, cuya integración es por seis municipios: Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Xalatlaco, Texcalyacac y Tianguistenco. De acuerdo con la SEDATU, SEDESOL e INEGI la Zona Metropolitana de Santiago Tianguistenco (ZMST), fue definida a partir del criterio de conurbación intermunicipal (1a), integrada por cinco municipios centrales y un municipio exterior por integración funcional. El municipio de Santiago Tianguistenco contempla una superficie de 131.82 km² que representan el 0.85 % respecto a la superficie del Estado de México, actualmente cuenta con 42 localidades de las cuales 5 son urbanas y 37 son rurales. Tianguistenco se encuentra ubicado en una de las principales rutas que conectan a la ciudad de México con los municipios de Malinalco, Tenancingo o Ixtapan de la Sal.

Por su carácter y actividad económica principal, el municipio cuenta con una importante infraestructura carretera conformada por 67.3 km. de vialidades regionales que comunican tanto a las localidades como a los demás municipios que conforman la zona metropolitana de Santiago Tianguistenco y la región, además las rutas de transporte permiten la conexión con la Ciudad de México, Toluca de Lerdo y la ciudad de Cuernavaca. Aparte de que existen rutas para comunicar a municipios aledaños, se cuenta con diferentes tipos de transporte colectivo que comunican a las localidades, el nivel de funcionalidad y correlación es fuerte.

Mapa 1 Localización de Zona Metropolitana de Tianguistenco



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010

Debido a que la zona metropolitana de Tianguistenco es contigua a dos zonas metropolitanas más, es susceptible a seguir creciendo y absorbiendo cada vez mayores recursos de todo tipo, dada su cercanía con las dos metrópolis de la Ciudad de México y la del Valle de Toluca resulta como una zona de transición importante entre las zonas metropolitanas de ambas ciudades respectivamente. El grupo interinstitucional (SEDATU-CONAPO-INEGI) reconoció su existencia a partir de la información estadística del Censo de Población y Vivienda 2010, ocupando el lugar 58 de las 74 zonas metropolitanas del país, tiene una densidad media urbana de 56.4 hab/ha.

Se sabe que las ciudades hoy en día son inconmensurables consumidoras de recursos, sin embargo, el hecho de que Tianguistenco este espacialmente ubicado en una zona metropolitana y contigua a dos zonas metropolitanas más, permite inferir que el volumen de residuos sólidos urbanos generados en sus respectivos espacios producto de un consumismo desenfrenado de dichas urbes, requiere de sitios de disposición final como rellenos sanitarios adecuados, entonces cabe mencionar que el problema dentro de las zonas urbanas tiene que ver también con los hábitos de consumo de sus habitantes, puesto a que la situación es menos agravante en zonas rurales.

El municipio de Tianguistenco cuenta con un 56.7% de suelo de uso agrícola y zona urbana 6% y con vegetación de tipo bosque, pastizal y tule, con 33.84 %, 9.41 % y 0.17 % respectivamente. La zona urbana está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura esto provoca que crezcan los asentamientos irregulares (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Tianguistenco tiene un porcentaje de 12% del total de la superficie municipal destinada a la urbanización, representando en el 2010, 15.64 km² y que comprende al área de la cabecera municipal, así como el conurbado con los municipios de Atizapán, Almoloya del Río, Capulhuac y Xalatlaco. Tianguistenco cuenta con una zona industrial que tiene una superficie de 382,011 m². Las principales vías de acceso al municipio son la Carretera Chalma- Santiago, Santiago- Xalatlaco, Santiago-La Marquesa, Santiago- Mexicaltzingo y Santiago- Capulhuac. Del total de carreteras y caminos en el municipio, el 70 % de estas se encuentran pavimentadas, mientras que el 30 % restante son de terracería localizadas en las zonas rurales del municipio (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

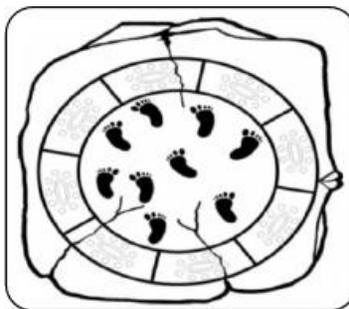
El proceso de urbanización de Tianguistenco se ha focalizado principalmente en el territorio de la cabecera municipal y sus conurbaciones, sin embargo, una de las problemáticas principales en materia de residuos sólidos urbanos de índole territorial es el número alto de localidades rurales dispersas dentro del municipio de Tianguistenco, ya que la dispersión dificulta la tarea de recolectar los residuos que se generan en dichas localidades.

Dado que hablar de sostenibilidad y una visión territorial como se trató en el capítulo I requiere de un análisis de la zona de estudio desde diferentes dimensiones: sociocultural, económica y biofísica, en los siguientes párrafos se desarrolla en subapartados algunas de las cuestiones con mayor relevancia para el presente trabajo.

3.1.2. Sistema SocioCultural

El municipio de Tianguistenco etimológicamente se deriva de la lengua mexicana, tianquiz- tenco; “tianquiztli” mercado; y “tenco” orilla; lo que en conjunto significa “a la orilla del mercado”. El topónimo está representado por una piedra en forma irregular de cara más o menos plana, en la que, sobre un círculo central se encuentran puestos de mercaderes, que aparece rodeado en su exterior por una cuerda. Deja libre una zona central para permitir el libre tránsito de los compradores representados por huellas de pies colocados en desorden. Lo que devela su vocación comercial que ha tenido Tianguistenco como un polo de atracción para los poblados circundantes a el (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Imagen 1 Toponimia de Tianguistenco



Fuente: H. Ayuntamiento de Tianguistenco, Plan Municipal de Desarrollo 2016

Algunas de las festividades religiosas que se llevan a cabo en la cabecera municipal son en honor a Santa María del Buen Suceso, las fechas de eventos religiosos son el 1 de enero, el 25 de Julio y el 25 de diciembre. De acuerdo con cronistas, se dice

que desde tiempos remotos el comercio es la actividad productiva de mayor importancia en el municipio, en su afamado tianguis semanal, así como a través de tiendas, servicios establecidos y un mercado permanente con dos unidades cubiertas, ubicadas en la cabecera municipal. Una asociación de tianguistas representa a quienes de manera consuetudinaria acuden a ofrecer sus mercaderías en el ancestral Tianguis que data de tiempos prehispánicos y coloniales (Velázquez, 1999).

La ciudad de Tianguistenco se mantiene como el centro comercial de la región y por ende esta es una de sus principales fuentes de ingresos, con el tradicional mercado, originado desde épocas precortesianas remotas; la confluencia de caminos y una configuración topográfica más o menos uniforme fueron factores determinantes para establecer en Tianguistenco su núcleo de transacciones. La importancia que tenía el tianguis en el siglo XVI lo confirma la disposición del virrey Luis de Velasco, dada en mayo de 1551, para conservar este mercado. Por dicho documento se sabe de los productos que se ofrecían a la venta o trueque eran: Sal, coas, petates, canoas, sandalias, algodón, piedra para moler (metales), toda clase de frutas de la región, ocote, maíz, frijol, calabazas, todo tipo de loza, tomates, etc. Pronto se enriqueció con mercancías nuevas traídas de España: trigo, cebada, haba y especies animales antes desconocidas en América: asnos, vacunos, ovejas, cerdos y Caballos (Velázquez, 1999).

Paralelamente surgió la producción de productos de origen animal como quesos y mantequilla además del procesamiento de las carnes de cerdo para chorizo y embutidos. Como algo particular, en la sección del mercado de leña, se conserva la costumbre atávica del trueque: una carga de leña por un tanto en especie, es decir se cambia por lo que el comerciante necesite para su consumo alimentario. El mercado ha mantenido a través del tiempo su ancestral importancia y hoy en día está considerado como uno de los más famosos e importantes del Estado de México (Velázquez, 1999).

Tianguistenco es un municipio que de acuerdo con el último Censo del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de

México (2015) está conformado por 77,147 habitantes de los cuales 37,150 (48.2%) son hombres y 39,997 (51.85%) mujeres, tiene una tasa de crecimiento media anual (TCM) de 1.77% y la población de la cabecera municipal es de 19,033 habitantes para el año del 2015. Con base en la delimitación oficial vigente de las zonas metropolitanas y de acuerdo con la información de la Encuesta Intercensal 2015, en la ZM de Tianguistenco habitan 170 mil 461 personas, 1.1% de la población total en la entidad (INEGI, 2010 y 2015)

Según SEDESOL (2010), Tianguistenco cuenta treinta y siete localidades rurales, de las cuales veinte y uno están muy dispersas entre sí y son consideradas con marginación alta como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 7 Población con Marginación Alta, Tianguistenco.

Localidades con Marginación Alta en Tianguistenco	Población
Chiquixpac Sección II	654
San Bartolo del Progreso (San Bartolo)	353
San Lorenzo Huehuetitlán	2,100
Tlacomulco	1,814
Tlacuitlapa	2,234
Ahuatenco	745
Santa Cruz de Bravo (Santa Cruz)	842
Techmaninalli	636
Antlantlacpac	719
Metztitla	610
Pueblo Nuevo	1,013
El Apilulco	57
El Buen Suceso	30
Tlaminca	1,007
Colonia San Miguel	477
Tierra Colorada	203
Colonia Campesina	580
Chiquixpac Sección I	411
Colonia San Isidro	314
Tzitzicazapa	137
El Tejocote	110
Total: 21 Localidades	Total: 15,046 Habitantes

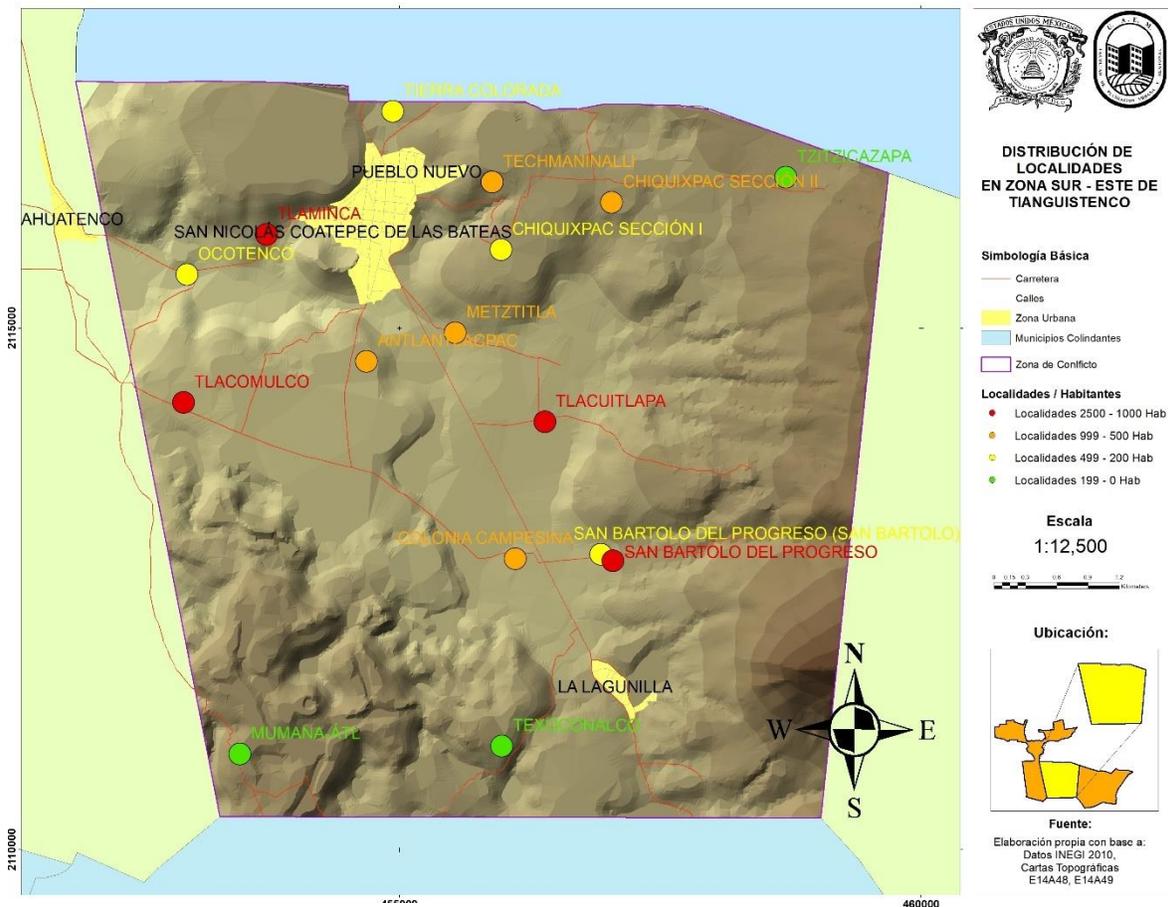
Fuente: Catálogo de Localidades, SEDESOL (2010).

Según INEGI (2010), todas las localidades antes mencionadas suman una población de 15,046 habitantes, esa población representa el 21.28% respecto al total de población del municipio que es de 70,682 personas. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (1997), los problemas más graves de salud ambiental afectan a las personas y pueblos que carecen de acceso a los medios económicos y a otros recursos para mejorar su situación. De tal suerte que esto dificulta alcanzar la sostenibilidad en el municipio de Tianguistenco, ya que la pobreza y la degradación del medio ambiente están inextricablemente relacionadas y ligadas al territorio.

Las localidades que albergan a la gran mayoría de la población son la cabecera municipal con 13,106, San Pedro Tlaltizapan con 11,472, Santiago Tilapa con 10,087 y Guadalupe Yancuictlalpan con 7,676. Tan solo estas últimas cuatro suman 42,341 pobladores que representan el 59.90% con respecto al total del municipio, de acuerdo con los datos de SEDESOL (2010) son consideradas como de marginación media con excepción de la cabecera que es de muy bajo nivel de marginación, por no decir sin marginación.

Una de las localidades que presenta mayor dispersión espacial es San Nicolás Coatepec de las Bateas, pues tiene poblados dispersos que hacen difícil la dotación de servicios básicos como agua, electricidad y recolección de residuos sólidos. Esta localidad tiene una población de 3,645 habitantes y es considerada con un grado medio de marginación de acuerdo con la SEDESOL (2010), sin embargo, la dispersión de los asentamientos humanos dentro de su territorio hace que una porción desconocida de su población padezca de algún grado de marginalidad.

Mapa 2 Distribución de Localidades en Zona Sureste del Municipio, con número de Población (2010)



Fuente: Elaboración propia en base a INEGI, 2010

En el Mapa 2 se aprecia la dispersión y distribución de las localidades cercanas a la delegación de San Nicolás Coatepec de las Bateas, cabe resaltar que la dispersión en este espacio juega un papel ponderante a la hora de tomar decisiones en cuestiones de manejo de RSU debido a que la delegación mencionada tiene numerosas subdelegaciones que no cuentan con carreteras o caminos adecuados para acudir hasta ellos, lo que hace difícil brindarles el servicio de recolección de RSU. Casualmente estas localidades aledañas a Coatepec se encuentran en la zona con mayor terreno accidentado como se puede apreciar en el Mapa 3 y 4.

Las tierras pertenecientes a la gran mayoría de localidades del municipio de Tianguistenco permanecen con la modalidad de propiedad comunal, implantada desde los primeros años del Virreinato novohispano; no obstante, son frecuentes los problemas que surgen por cuestión de límites con las comunidades vecinas. Cabe resaltar que la única fracción con la modalidad de propiedad ejidal en el municipio pertenece a San Pedro Tlaltizapán y se ubica en el margen izquierdo poniente del río Lerma, en tierras que pertenecieron a la hacienda de Atenco (Velázquez, 1999).

En cuestiones relacionadas a residuos sólidos urbanos, el municipio no tiene cuantificados el número de poblados dispersos que disponen a cielo abierto sus residuos, ya sea en barrancos, ríos o zanjas, ya que el municipio no puede brindar el servicio de recolección al 100% en todo el municipio. En base a todo lo anteriormente expuesto es pertinente decir que las zonas de localidades rurales dispersas dificultan idear una propuesta homogénea para todo el territorio municipal, lo que realza la importancia de una proposición adecuada en la cabecera municipal, debido a que estas localidades necesitan una idea particular y especial para la gestión y manejo de sus residuos sólidos urbanos, enfocada a su contexto.

3.1.3. Sistema Económico

La distribución de las actividades por zona está en función del núcleo de la ciudad que conforma la cabecera municipal de Tianguistenco, donde el comercio y los servicios se concentran en el centro (movimientos del sector terciario), aunque es notorio el número de dinamismos de la industria y la transformación que confluyen cerca del centro de la misma cabecera municipal.

Asimismo, cabe resaltar que, en Tianguistenco durante el año 2015, las actividades terciarias se incrementaron 0.9%, las primarias disminuyeron en - 1.6% y las secundarias permanecieron sin cambio, esto devela el impacto que tendrá lugar en el territorio por parte de las actividades comerciales y de servicios, principales generadores de RSU (INEGI, 2015).

Por otra parte, la población económicamente activa determina la parte de la población que está incorporada al mercado laboral, actualmente en el municipio se tiene una población económicamente activa (PEA) de 27,761 habitantes que representan el 39.27% de la población total del municipio. La actividad que emplea a más personas es el terciario con el 58%, le sigue el sector secundario con 32% hasta el último las actividades del sector primario con un 10% (INEGI, 2010).

La gente que viene a comprar y vender al tianguis de los días martes, proviene en su gran mayoría de otros municipios y localidades aledañas al municipio y cabecera municipal. Por otro lado, la distribución de la población de acuerdo con el sector productivo al que se dedican las personas que laboran el resto de días en el municipio se conforma por 10% al sector agropecuario, 32% a las actividades industriales y 58% al comercio y a los servicios. Localidades como Guadalupe Yancuictlalpan que cuentan con gran variedad de tradiciones de carácter eclesiástico, así como su tradición artesanal, hacen al municipio un polo de atracción económica, demográfica y punto turístico de interés (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2016).

En el tema de abasto y comercio cabe señalar que tales servicios están en función de satisfacer la necesidad consistente en realizar la adecuada distribución de productos alimenticios básicos dentro del territorio municipal. Esta es una actividad bastante importante para la población del municipio, ya que, tanto los mercados como el tianguis atraen una gran afluencia de consumidores tanto locales como regionales y son una importante fuente de ingresos para la población del municipio (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

El municipio de Tianguistenco se considera como la principal fuente de abasto y servicios de la región debido a la afluencia de consumidores de los municipios vecinos como Capulhuac, Atizapán, Almoloya y Xalatlaco, así como la misma población municipal. El abastecimiento del municipio se integra a través de negocios establecidos en el municipio y también los comerciantes semifijos ubicados en el tianguis municipal. Existe un grupo de comerciantes nocturnos ambulantes, autorizados en colocarse en las calles principales del centro del municipio. Además

de ello, el municipio contempla una de las fuentes comerciales más sobresalientes de la región con súper mercados y tiendas de auto servicios (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

En el ámbito económico, cabe resaltar el papel que ha tenido el tianguis que se realiza los días martes en la cabecera municipal, ya que este produce una derrama económica enorme que no ha sido cuantificada, adicionalmente sirve de fuente de empleo y subempleo a muchas personas y comerciantes que vienen a vender sus productos a este lugar, en este tianguis se pueden encontrar productos alimenticios, electrónicos, ropa, bebidas, herramientas, libros, suvenires, animales, etc. Sin embargo, también es uno de los mayores contaminadores y generadores de residuos sólidos urbanos, ya que actualmente no se ha realizado algún plan, programa o propuesta para gestionar los residuos que genera este mercado.

3.1.4. Sistema Biofísico

El Sistema Biofísico lo conforman los componentes bióticos de un organismo o población y, por consiguiente, incluye los factores que influyen en su supervivencia, desarrollo y evolución (Biology Online Dictionary, 2019).

De acuerdo a datos de la SEMARNAT (2015) una porción considerable del territorio de Tianguistenco forma parte de dos parques estatales y un área de protección de flora y fauna, los cuales son: Parque Natural de Recreación Popular “Nahuatlaca – Matlazinca”, Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala la Bufo “Parque Otomí – Mexica” del Estado de México y Área de Protección “Ciénegas de Lerma” este último se encuentra pegado a la localidad de San Pedro Tlaltizapan, perteneciente a Tianguistenco, lo cual puede representar un problema para esta área de protección debido a que este poblado alberga una cantidad significativa de habitantes que genera residuos sólidos urbanos.

El parque natural “Nahuatlaca – Matlazinca” se encuentra al sur – oeste de Tianguistenco, muy cerca de la localidad de San Nicolás Coatepec, es administrado por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna del Estado de México (CEPANAF), se encuentra a una altura de 2,600 msnm con clima templado húmedo con temperaturas de 12° a 16°C, sus usos de suelo básicamente son forestal,

ganadero y agrícola. Los tipos de suelo son Andosol, Cambisol, Feozem y Litosol. El clima es favorable para la producción de lombrí – composta, ya que las lombrices de pueden adecuar a temperaturas mínimas de entre 14° y 18°.

Los suelos andosoles, son suelos negros de formaciones volcánicas. Se encuentran en áreas onduladas a montañas de las regiones húmedas, su principal limitación es la elevada capacidad de fijación de fosfatos, son suelos muy aptos para la agricultura si las condiciones del relieve lo permiten de lo contrario, se erosionan con facilidad. Los cambisoles, son suelos procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal o piscícola (SEMARNAT, 2005).

El feozem es un tipo de suelo oscuro de horizonte superficial debido a su alto contenido de materia orgánica, se asocia a regiones con un clima húmedo, el material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, que soporta muy bien una vegetación de matorral o bosque, aunque son suelos fértiles y pueden llegar a ser aptos para cultivos, sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión, respecto a inundaciones solo se han reportado grandes encharcamientos en la localidad de San Pedro Tlaltizapan, debido a su origen como zona pantanosa. Los litosoles son un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos. Su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja, debido a que son suelos muy delgados y pedregosos (SEMARNAT, 2005).

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que los suelos que se encuentran en esta zona no son aptos para un uso agrícola, sino forestal debido a las pendientes que tiene Tianguistenco al sur – oeste (Vea Mapas 3 y 4), estos suelos son altamente sensibles a contaminantes provenientes de residuos sólidos urbanos, debido a que la mayoría de ellos se encuentran mezclados y dispersos.

El parque ecológico Zempoala la Bufo “Otomí – Mexica” es el parque ecológico más grande el Estado de México, comprende a varios municipios, pero en Tianguistenco

se localiza desde el nor – este hasta la parte sur – este, la altitud y la cadena de montañas comprendida por el Macizo de Zempoala y la Sierra de La Bufa en que se localiza, tiene alturas que van desde los 2,800 a los 3,200 msnm y que permite la retención de humedad, lo que da lugar a la infiltración alimentadora de acuíferos superficiales y profundos. Se puede apreciar entonces la importancia de gestionar y manejar de manera adecuada los residuos sólidos urbanos de Tianguistenco, para no contaminar estos puntos importantes de recarga de acuíferos (CEPANAF, 2010).

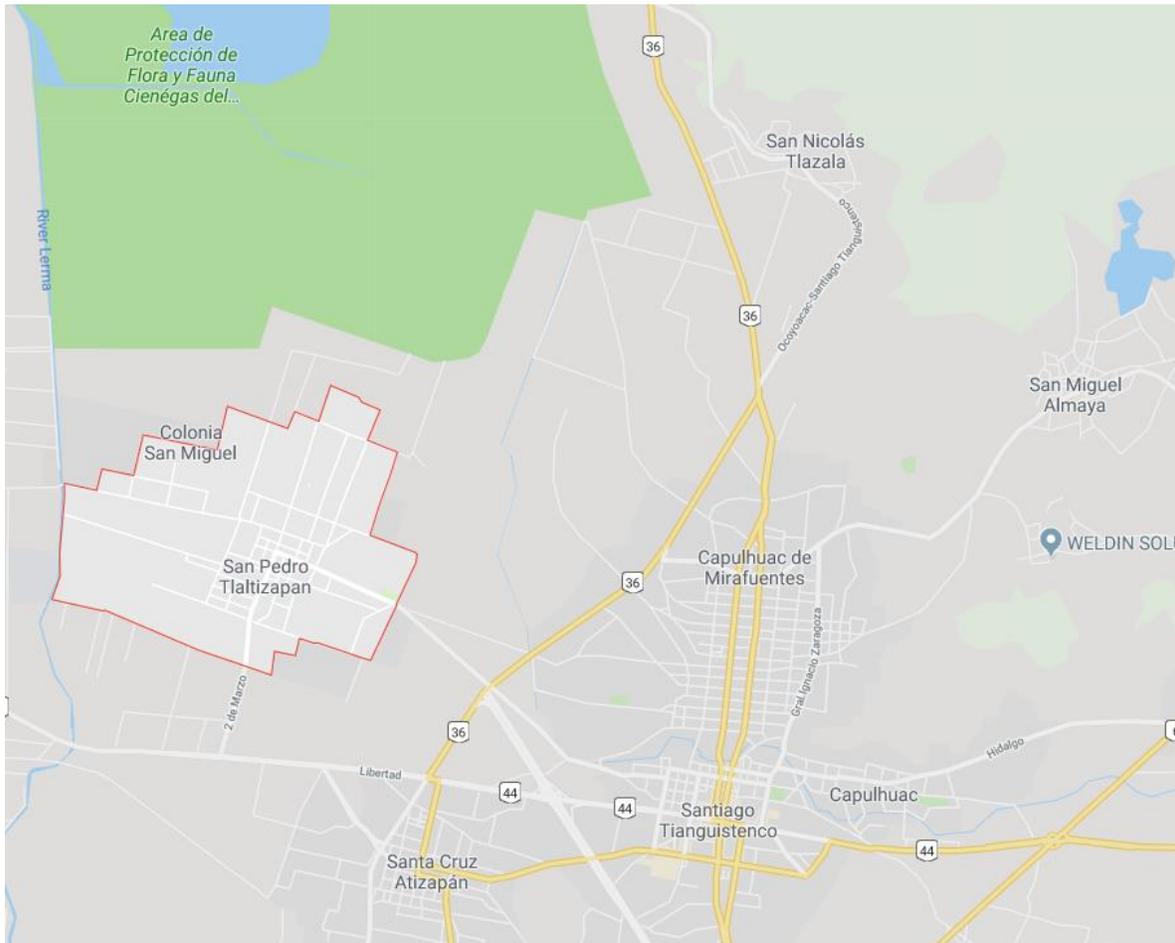
Su clima en esta parte de Tianguistenco es semifrío subhúmedo, con temperaturas de entre los 12° a 14°C, debido a su origen volcánico los tipos de suelo no son tan diferentes de los de “Nahuatlaca – Matlazinca” y “Parque Otomí – Mexica”, solo difieren en que entre las partes altas se encuentran suelos como luvisol, ricos en arcilla en el subsuelo y con alta susceptibilidad a la erosión y en las partes más bajas hay vertisoles, caracterizados por ser arcillosos, expandibles en humedad y colapsables en seco. El uso que se les da a estos suelos es variado, forestal, pastizal, agrícola y pecuario. Lo ideal sería utilizarlo para uso forestal dadas las condiciones geográficas, edafológicas y morfológicas, no son suelos aptos para rellenos sanitarios por su nivel de porosidad (CEPANAF, 2010).

Los parques que anteriormente fueron mencionados se encuentran en zonas alejadas a la cabecera municipal, sin embargo, la primera tiene cercanías con la localidad de San Nicolás Coatepec y con las localidades rurales de La Esperanza, Tlacomulco y Tlacuitlapa, estas delegaciones necesitan una propuesta especial para gestión y manejo de residuos sólidos urbanos como se mencionó apartados anteriores.

Por último, se tiene el área natural protegida “Ciénegas de Lerma”, la cual tiene una parte contigua a la localidad de San Pedro Tlaltizapan, perteneciente a Tianguistenco y esta es la reserva ecológica más cercana a la cabecera municipal, en el espacio protegido se localiza gran diversidad de especies de fauna silvestre, terrestre y acuática. Debido a su cercanía con la población antes mencionada y al centro municipal, este espacio se vuelve vulnerable a la contaminación por residuos

sólidos urbanos emanados de las zonas urbanas, como se puede apreciar en la siguiente imagen 2.

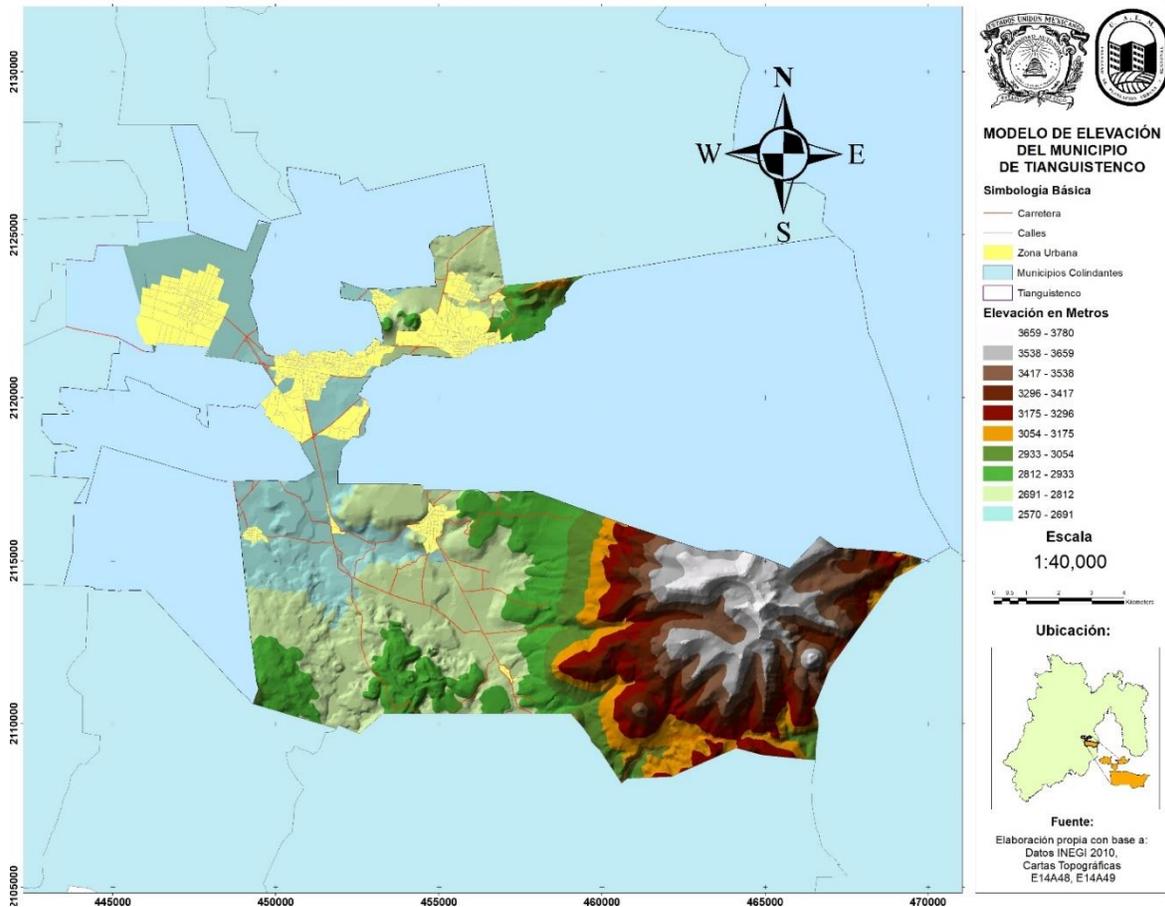
Imagen 2 Cercanía de San Pedro Tlaltizapan y ZMST a Área Natural



Fuente: Google Maps e INEGI, (2019).

En el siguiente mapa número 3 se observa la distribución y variación de las elevaciones a nivel municipal en Tianguistenco, dándose una idea del entorno orográfico y topográfico anteriormente descrito como terrenos al sur – este del municipio que dificultan las tareas de recolección de RSU.

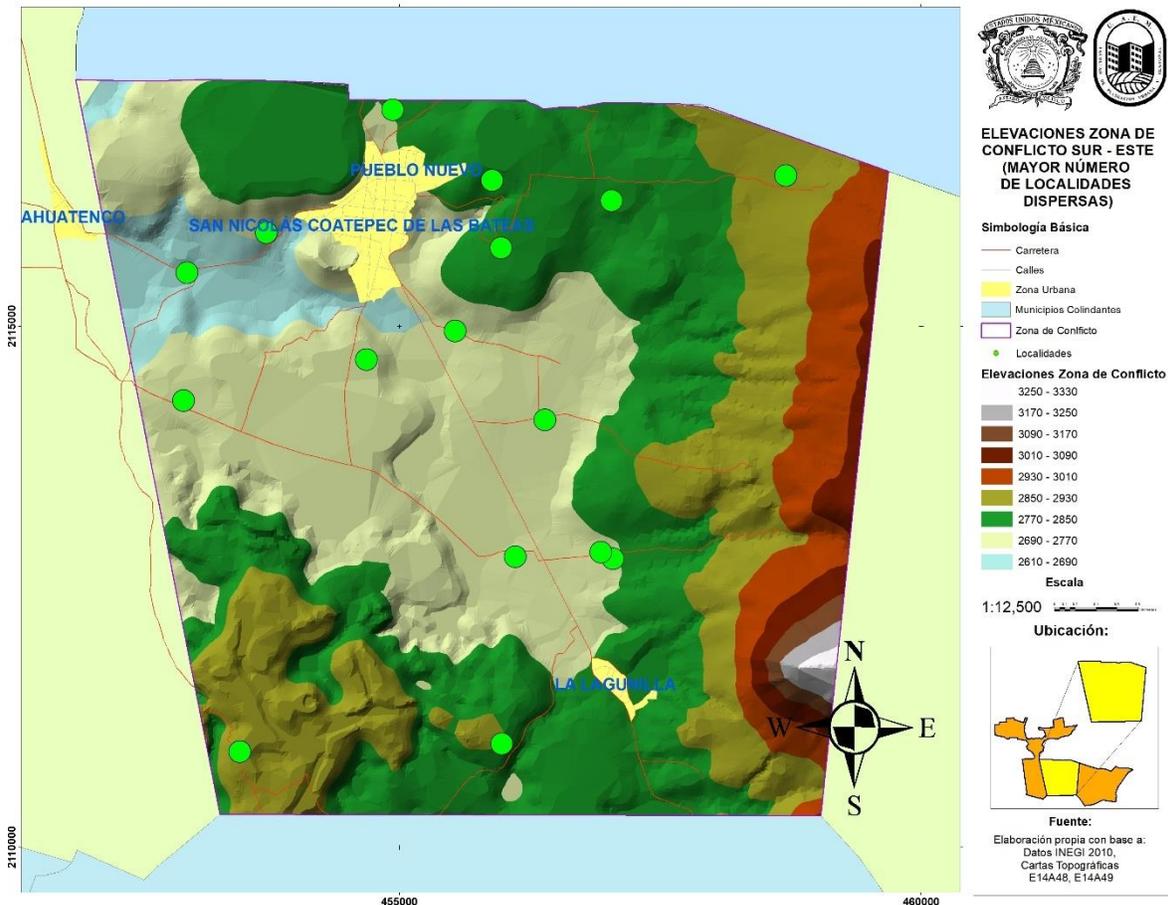
Mapa 3 Modelo de Elevación del Municipio de Tianguistenco



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2010

En el Mapa 3 se aprecia que la cabecera municipal y la localidad de San Pedro Tlaltizapan se encuentra en la parte más plana del territorio y además muy cercana a la cuenca hidrológica del río Lerma, y que si entra en contacto con residuos contaminantes y lixiviados pondría en riesgo a la población que consume agua extraída en las cercanías. Por otro lado, las partes más altas del municipio se localizan al sur – este, con alturas que superan los 3600 y 3700 metros sobre el nivel del mar. La localidad de Coatepec se localiza en la parte con más variación de elevación y en el siguiente mapa se desagrega por capas más cortas esa zona para apreciar su territorialidad

Mapa 4 Elevaciones Zona de Conflicto Sur - Este, con el Mayor Número de Localidades Dispersas.



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2010

Esta zona representa uno de los mayores retos en cuanto a gestionar los residuos sólidos que ahí se generan, ya sea por distancia, distribución y densidad de la población además de la infraestructura de caminos y carreteras aptas para brindar el servicio de recolección de residuos sólidos. Cabe resaltar que debido a que solo cuatro localidades del municipio concentran el 59.90 % es imprescindible conocer la cantidad de residuos que se generan en estas localidades y su composición de los mismos.

A manera de conclusión para este sub capítulo, es claro que la cabecera municipal es una zona de prioridad a la cual se debe de orientar la propuesta final sobre gestión y manejo sostenible de residuos sólidos orgánicos, debido a las implicancias económicas, sociales y biofísicas antes mencionadas, esto como parte de una propuesta que finalmente contribuirá y servirá de referencia para futuros planes, programas o proyectos no solo de la cabecera municipal, sino de los demás municipios y localidades aledañas en esta zona metropolitana, direccionando a la región al desarrollo local sostenible.

El alto grado de marginación y dispersión de las localidades aledañas al municipio implica que sea muy poco factible desarrollar una propuesta que cubra el 100% del territorio municipal, debido a factores territoriales como distancia e infraestructura de dichas localidades la cual no es apta para brindar el servicio de recolección, sin embargo la cercanía de tales poblados con áreas naturales protegidas implica que se deben desarrollar propuestas para manejar los residuos sólidos urbanos que se generan en sus espacios para evitar el impacto medio ambiental de los mismo.

3.2. Diagnóstico de manejo de residuos sólidos orgánicos en Tianguis, Municipal de Tianguistenco

3.2.1. Generación

La determinación de la generación y caracterización de los RSU permite asegurar un mejor diseño de los sistemas de recolección, sistemas de tratamiento (reciclaje, compostaje, etc.) y de la disposición final de residuos. Se deben considerar las variaciones estacionales de la generación de RSU y el cómo afectan al servicio de limpia municipal en su conjunto (Wehenpohl, 2006).

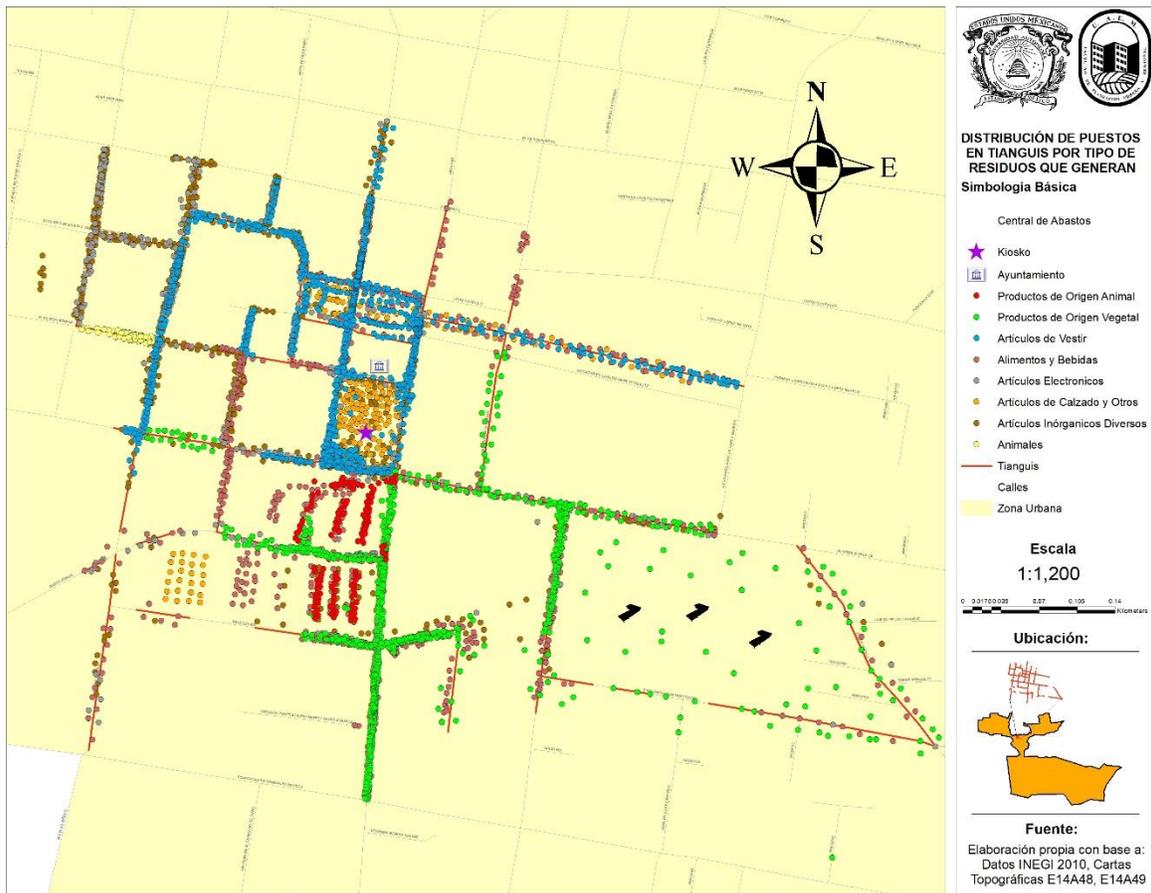
Sin embargo, las medidas que evitan la generación de los residuos sólidos contribuyen mucho más al alivio de la contaminación ambiental, debido al ahorro de materia prima y energía, que las medidas de reaprovechamiento de los residuos sólidos. Por otro lado, es muy complicado prevenir y reducir la generación de los residuos sólidos en el tianguis principalmente por que las actividades económicas

que se llevan a cabo en su espacio son de tradición y muy arraigadas a la cultura de quienes habitan, comercian y circulan en su espacio (Wehenpohl, 2006).

Tianguistenco se caracteriza por una intensa actividad comercial debido a sus múltiples establecimientos que brindan productos y servicios, adicionalmente el tianguis que se coloca entre las calles de la cabecera municipal se ha convertido en uno de los principales generadores de residuos sólidos urbanos, dicho espacio genera numerosos tipos de residuos de los que destacan los orgánicos tanto de origen vegetal como animal y que representan una oportunidad para ocuparlos en algún otro proceso de manejo de tales residuos con fines de desarrollo sostenible, es importante mencionar que la propuesta del presente trabajo se va a centrar en residuos sólidos orgánicos de origen vegetal.

En el siguiente mapa 5 se muestra como están distribuidos los puestos del Tianguis de días martes en la cabecera municipal, por tipo de residuos que generan, se aprecia como los residuos sólidos orgánicos de origen vegetal se concentran en calles específicas lo cual puede facilitar la tarea de desarrollar un programa de manejo de RSO, en el mapa 5 se aprecian en color verde los RSO de origen vegetal y en color rojo los RSO de origen animal, adicionalmente están otros colores que representan los generadores de RSI por tipo.

Mapa 5 Distribución de puestos en tianguis por tipo de residuos que generan



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2010 y visita de campo 19 de Noviembre de 2019

En el municipio, los encargados de la dirección de Servicios Públicos, reportan que en 2018 diariamente se recolectaban aproximadamente entre 80 y 100 toneladas de RSU en el municipio, en 2018 los días martes de tianguis en promedio se recolectaban entre 100 y 120 toneladas superando el promedio que se recolecta a nivel municipal, lo que significa una generación per cápita de 1.6 Kg. por habitante al día, este dato supera al del Estado que es de 1.080kg. La cantidad de residuos que se genera por habitante es un índice que se relaciona directamente con el nivel de vida de la comunidad (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Durante la visita a campo que se llevó a cabo el día martes 19 de noviembre 2019, se hizo una encuesta que revelo la existencia de 512 puestos generadores de residuos sólidos orgánicos de origen vegetal, estos residuos en especial son

valiosos y resultan ser fáciles de dar tratamiento además de que producen un compost de mayor calidad, lo que resulta benéfico para la propuesta final del presente documento. Para su análisis los puestos antes mencionados se subdividieron en tres clasificaciones de acuerdo con su tamaño, en: chico (1 a 2 m²), mediano (2 a 4 m²) y grande (4 a +m²), estos tamaños se prestaron para darle mayor facilidad a la recolección de datos.

De acuerdo a la clasificación antes mencionada, se obtuvo que existen alrededor de 277 puestos de tipo grande, 109 puestos de tipo medio y 126 puestos de tamaño pequeño. Se observó que los mayores generadores dentro de estas tres clasificaciones fueron los puestos que vendían verduras, legumbres o similares, debido a que los puestos de frutas no generaban tantos desechos como los puestos antes mencionados.

Posteriormente al censo, se llevó a cabo un muestreo dirigido, el cual tomo como referencia las normas citadas en la metodología para este documento y que adicionalmente se pueden encontrar en el anexo metodológico de este trabajo. El muestreo antes mencionado se realizó con base a los procedimientos adecuados y pertinentes para la obtención de datos del presente. Se tomaron 6 muestras, dos por cada tamaño de puesto, en este caso fueron 2 chicas, 2 medianas y 2 grandes, en las cuales hubo variaciones importantes en peso, debido a la composición de residuos sólidos orgánicos generados en cada puesto.

Imagen 3 Tianguis, Alameda Carlos Hank



Fuente: Visita a campo 19/Nov/2019, Alameda Carlos Hank, Centro.

Algunos de los puestos censados creaban materiales residuales más ligeros como es el caso de los que desechaban verduras, hojas, tallos, entre otros. A diferencia de los que producían residuos frutales, como naranjas, mandarinas, residuos de piña, entre otros. Es importante señalar que las pilas de residuos sólidos orgánicos generados por puesto, también tenían variaciones muy grandes según su tamaño, los puestos más grandes fueron aquellos que obviamente formaban más RS, mientras que los chicos apenas y reunían una cantidad significativa. Hubo incluso algunos puestos que formaron pocos residuos pese a su tamaño, existe demasiada heterogeneidad respecto a todo lo antes mencionado.

Otra de las cuestiones que se observaron en campo fue que al volver por las muestras y conversar con los propietarios de los puestos, algunos de ellos comentaron que muchos de los comerciantes se llevan sus residuos sólidos orgánicos que generan para sus casas, debido a que algunos de ellos utilizan estos residuos para alimentar a sus animales de granja, también hay personas ajenas a los comerciantes que se encargan de recolectar dichos residuos para alimentar de igual forma a sus animales de granja. Todo esto reduce de manera importante las pilas de residuos sólidos que generan cada puesto al final de un día de tianguis.

Las muestras revelaron que un puesto grande de verduras genera 51.2kg por m³ de residuos que genera, uno de frutas alrededor de 103kg por m³, sin embargo, son muy pocos los residuos frutales en cada uno de estos, las pilas de dichos residuos alrededor de su espacio no alcanzaron ni las medidas de la muestra, y en campo se observó que solo se alcanzan m³ cuando se colectan los residuos frutales de varios puestos. Por otro lado, los sitios de venta de frutas medianos y pequeños formaron durante el día residuos que pudieron ser medidos sin necesidad de escalar u aplicar los procedimientos, se encontró que crean entre 10 – 12kg/día y 5 - 8kg/día respectivamente. Los puntos de venta de verduras de mediano y pequeño tamaño también pudieron ser cuantificados sin necesidad de aplicar procedimiento alguno, el primero alrededor de 22 y 27 kg/ día y el último apenas entre 2 y 6 kg/día.

Cuadro 8 Generación RSO en Tianguis de los Martes

Municipio de Tianguistenco	Puesto Chico	Puesto Mediano	Puesto Grande
<i>Número de Puestos</i>	126	109	277
<i>Porcentajes Aproximados por Tipo de Producto</i>	80 % Verduras 20% Frutas	50% Verduras 50% frutas	40% Verduras 60% Frutas
<i>Número de Puestos por Tipo de Producto</i>	Verduras = 108 Frutas = 25	Verduras = 54 Frutas = 54	Verduras = 166 Frutas = 110
<i>Número de kg generados por cada puesto al día según tipo de producto</i>	Verduras 2 a 6 kg Frutas 5 a 8 kg	Verduras 22 a 27 kg Frutas 10 a 12 kg	Verduras 51.2kg/m3 Frutas 103kg/m3
<i>Número de kg generados por todos los puestos según tipo de producto</i>	Verduras 403.2kg/día Frutas 173.4 kg/día	Verduras 1,362.5kg/día Frutas 599.5kg/día	Verduras 814.2kg/día Frutas 463.5kg/día
Sub Total	579.6 kg/día	1,962kg/día	1,277.7kg/día
Total	3,819.3kg/día (Todo un día de Tianguis)		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos recabados en campo y que a manera de síntesis se pueden apreciar en el cuadro anterior, la generación aproximada de residuos sólidos orgánicos del Tianguis en los días martes es de casi cuatro toneladas, que para ser exactos es de 3,819.3kg/día, este resultado se debe principalmente a que no se incluyeron residuos sólidos orgánicos de origen animal. La cantidad de residuos orgánicos generados por mes aproximadamente es de 15,276kg, significa que por año hay una generación de 182,312kg, lo cual devela que es una buena oportunidad para diseñar un proyecto piloto para manejo de dichos residuos, que funja como el principio de futuros proyectos en el resto del municipio.

3.2.2. Recolección

En el municipio, los encargados del servicio de recolección de residuos sólidos es el departamento de Servicios Públicos específicamente el de limpia, el cual se encarga de brindarle a los habitantes de la cabecera municipal y sus localidades el

servicio de recolección que puede ser una sola vez a la semana en zonas rurales o de una hasta tres veces por semana en la cabecera municipal, adicionalmente el barrido y las rutas de recolección son delegadas por el jefe de limpia para el caso de la cabecera municipal y en especial para días martes de tianguis en el municipio (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Imagen 4 Recolección de RSU



Fuente: Visita a campo 19/Nov/2019

El Ayuntamiento de Tianguistenco tiene un sistema de recolección por localidad incapaz de recolectar la totalidad de residuos generados en el municipio, y en todas sus localidades por lo que se recauda un volumen total aproximado de entre 80 y 100 toneladas diarias. Actualmente se cuentan con 10 unidades recolectoras de desechos, de los cuales solo 5 se encuentran en funcionamiento. La recolección de basura en el municipio se realiza por medio de las unidades mecánicas ya mencionadas que son auxiliadas por personal humano y que realizan tandeos para tal recolección (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Por otra parte, cabe mencionar que parte de la recolección de residuos en el municipio, se realiza mediante el Barrido Manual, mismo que forma parte de la oficina encargada del servicio público de limpieza en el municipio de Tianguistenco, el barrido de calles y espacios públicos es una práctica usual cuando la población tiene conciencia sanitaria, por lo general se realiza después de eventos especiales

como ferias, festividades, asambleas, desfiles, reuniones públicas, y posterior al desarrollo de las actividades económicas del municipio, especialmente durante el martes de tianguis en la cabecera municipal (H. Ayuntamiento de Tianguistenco, 2018).

Imagen 5 Tianguis de los Martes en Cabecera Municipal



Fuente: Visita a campo 19/Nov/2019

El barrido puede efectuarse a través de Barrido manual en el que se emplea la mano de obra de barrenderos, utilizando herramientas sencillas (escobas, recogedores, botes, etc.) y se coordina de manera tal que los residuos permanezcan el menor tiempo posible en las calles, la prestación del servicio puede ser individual o por brigada. Por otra parte, la recolección de desechos, representa una de las mayores problemáticas de impacto en el municipio. Por ello es importante buscar la solución adecuada y eficiente, para su tratamiento, es importante mencionar que en el municipio no existe un manejo diferenciado de la basura, por otro lado, cabe mencionar que el equipo de Servicios Públicos no cuenta con el equipamiento e infraestructura adecuada y suficiente como para que el personal realice actividades que impliquen el manejo de residuos sólidos orgánicos (H. Ayuntamiento de Tianguistenco c.p., 2018).

3.2.3. Transporte y disposición final

Actualmente se cuenta con una estación de transferencia municipal misma que se ubica en la Carretera La Marquesa-Tenango, paraje denominado “Yolotzingo” a la altura de la comunidad de San Lorenzo Huehuetitlán a donde llegan las góndolas que transferirán dichos residuos a su disposición final en Xonacatlán, ahí mismo colaboran pepenadores quienes hacen la recolección de todo el PET, aluminio, cartón, etc. El ayuntamiento no se involucra directamente con lo que recuperan los pepenadores y lo que se obtiene del reciclaje de tales desechos, los pepenadores se organizan de manera autónoma, ya que todo lo que recuperan es para ellos, de ese reciclaje se consiguen aislar una cantidad considerable de desechos reciclables por cada uno de los grupos de pepenadores (H. Ayuntamiento de Tianguistenco c.p., 2018).

Imagen 6 Sitio de Transferencia Yolotzingo



Fuente: Visita a campo 19/Nov/2019

Había tres grupos de pepenadores hasta el año 2018, actualmente se desconoce si se siguen manteniendo o hay más grupos, pero en una entrevista con el ex director de Servicios Públicos, menciono que entre esos 3 grupos sacaban

aproximadamente entre 300 o 400 kilos de PET al día más aparte lo que obtenían de los compactadores de manera que iban recuperando más o menos la misma cantidad. De los residuos que reciclaban el ex responsable de la dirección de Servicios Públicos menciona que en su mayoría era PET, cartón, aluminio y algunas bolsas de diálisis de origen casero, ya que las que provienen de los hospitales son recolectados por una empresa que se dedica a gestionar residuos de hospitales, una vez pepenada la basura, lo que ya no se recupera se sube a las góndolas para que finalmente se envíe a Xonacatlán el cual se ubica aproximadamente a 33 km de distancia (H. Ayuntamiento de Tianguistenco c.p., 2018).

En Tianguistenco se transportan un promedio de 3 a 4 góndolas diarias con un peso de entre 28 a 33 toneladas por góndola que se transfiere al sitio de disposición final, durante la anterior administración manejaban contratos mensualmente con la empresa que se llevaba la basura al relleno sanitario de Xonacatlán, esta empresa cobraba por flete y por peso, el gasto aproximado mensual era de 500,000 pesos por concepto de fletes y 500,000 pesos por concepto de peso según el ex responsable de la dirección de Servicios Públicos de Tianguistenco en 2018, los datos proporcionados son aproximaciones ya que los documentos de pago así como los contratos no son de acceso público. De acuerdo con lo anterior la administración pasada gastaba poco más de 1,000,000 de pesos mensual por transportar los residuos sólidos urbanos hasta el sitio de disposición final (H. Ayuntamiento de Tianguistenco c.p., 2018).

Imagen 7 Sitio de Transferencia Yolotzingo



Fuente: Visita a campo 19/Nov/2019

Actualmente hay algunas empresas en el Estado de México que están interesadas en darle un manejo sostenible a los residuos sólidos urbanos, las iniciativas van desde quienes recolectan residuos inorgánicos y quienes recolectan residuos orgánicos. Cabe mencionar que, si el municipio realizará un programa de manejo de residuos sólidos orgánicos o urbanos, podría atraer a empresas que se encarguen de ir a recoger los residuos sólidos ya sea a Tianguistenco o en el paraje de Yolotzingo, para que ellos puedan darles tratamiento a dichos desperdicios en otro lado, eso le ahorraría dinero al municipio en cuestión de costes por traslado y disposición final.

3.3. Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos en Tianguistenco

3.3.1. Discusión de Resultados, Definición de Objetivos

Los sistemas económico, social y biofísico han determinado diferentes ritmos en las dinámicas del crecimiento urbano, actividades comerciales, desarrollo social y su relación con su medio ambiente, Tianguistenco presenta una fuerte problemática en materia de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos originada principalmente por su falta de educación medio ambiental de su población y la vocación del municipio como un centro de consumo masivo, ya que el municipio de acuerdo a datos recolectados en diversas fuentes ha sido un polo de atracción para las actividades de índole productivo, las cuáles han tenido un origen pre - colonial y que enraizaron con mayor fuerza durante el colonialismo persistiendo en su hegemonía regional hasta nuestros días.

Las actividades de abasto para satisfacer necesidades de alimentos, productos y servicios son las principales fuentes de generación de residuos sólidos urbanos, la alta concentración y constante crecimiento de comerciantes en la cabecera municipal hace que se vuelva prioridad la gestión y manejo de dichos residuos en la totalidad del territorio municipal, sin embargo existen diferentes limitantes dentro de las cuales la principal es la propia dimensión del problema, es decir; su tamaño, debido a que el municipio tiene muchas localidades dispersas y marginadas de la

cabecera municipal lo que dificulta las tareas de recolección, traslado y disposición final de los residuos.

Adicionalmente tales poblados dispersos y marginados carecen de la infraestructura básica como caminos o calles pavimentados, por otro lado estas localidades se encuentran cerca de áreas de protección naturales lo cual aumenta el riesgo de contaminación a dichas zonas, acrecentando el riesgo de contaminación de suelos, agua y aire en esos medios naturales, sin embargo debido a las dificultades antes mencionadas es necesario desarrollar propuestas especiales de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos en esos lugares. Es adecuado señalar otras limitantes como la falta de infraestructura, la falta de recursos técnicos y financieros para la realización de proyectos o programas no solo en localidades sino incluso en la misma cabecera municipal para gestión y manejo de RSU.

Las actividades económicas comerciales y de servicios son la principal fuente de ingresos para muchas de las personas que viven en Tianguistenco, culturalmente sus habitantes son accesibles y receptores a participar en actividades que tengan que ver con el manejo de residuos sólidos urbanos, es de importancia decir lo anterior ya que muchos planes o programas fracasan cuando hay poca o nula participación por parte de los sectores privados y sociales. El lugar central que tiene Tianguistenco dentro de la zona metropolitana del mismo nombre promueve que en un futuro el municipio siga teniendo problemas con los RSU que se generan en su espacio, adicionalmente el tianguis de los martes en la cabecera municipal que ha sido analizando en el presente trabajo es sin lugar a dudas un generador de residuos enorme, que requiere de atención inmediata.

En el diagnóstico realizado se devela que el municipio requiere atender la problemática de RSU inicialmente de menor a mayor tamaño, es decir que promueva la gestión de los residuos del tianguis, cabecera municipal y localidades por separado ya que de acuerdo con los datos obtenidos resultaría más pertinente y eficaz, adicionalmente serviría en el futuro para poder encarar retos en materia de RSU debido al constante crecimiento, económico, urbano y demográfico del municipio que está inmerso en una zona de alto crecimiento y desarrollo.

Cuadro 9 FODA Gestión y Manejo de RSO en Tianguistenco

	Fortalezas	Oportunidades
Positivos	<ul style="list-style-type: none"> - Influencia en 5 municipios por integración de zona metropolitana y cercanía a 2 zonas metropolitanas más. - Cooperación y apoyo de asociación de Tianguistas respecto a programa o proyecto en materia de RSU - Tianguis con 512 puestos generadores de RSO cada martes, recolección de aproximadamente 3,819 kg/día - 78.22% de la población total de Tianguistenco concentrada en zonas urbanas. - Clima templado húmedo de 12° a 16° C favorable para la producción de lombrí - compost - 58% de las actividades económicas de Tianguistenco concentradas en el sector terciario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Producto competitivo y comerciable humus de lombriz hasta 10 veces mejor que copost normal y 20 veces mejor que estiércol en el mercado regional - Existencia en México de mercado de mejoradores de suelo orgánico donde humus de lombriz alcanza hasta \$3,200 MXN por tonelada - Programa federal PRORESOL que aporta hasta 50% de costos de inversión - Posible producción de 4 toneladas de abono orgánico con valor comercial en fraccionamientos, localidades, centros de campo, parques y jardines en municipios, localidades y ciudades de las 3 zonas metropolitanas cercanas a Tianguistenco
	Debilidades	Amenazas
Negativos	<ul style="list-style-type: none"> - Dispersión de 19 localidades al Sur – Este de Tianguistenco con 30% de caminos rurales de terracería y senderos. - Terrenos para producción industrial limitados a 382,011 m2 - 10 unidades recolectoras de las cuales solo 5 funcionan - Gasto mensual de aproximadamente \$1,000,000 MXN por concepto de manejo actual de RSU municipales - Poca experiencia técnica y administrativa en materia de manejo de RSU 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos federales finitos y de difícil acceso para los municipios que no posean gestores competitivos - Consumidores mayoristas ubicados en otros estados de la República Mexicana - Pérdida de competitividad a nivel regional por elevados costos de producción y venta

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 6 FODA, el municipio de Tianguistenco tiene características que lo hacen un buen espacio para implementar una propuesta que mejore la gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos, dadas las condiciones y características señaladas a lo largo del tercer capítulo del presente trabajo, una de las principales fortalezas es que existe una reacción positiva de la población respecto a participar en programas o proyectos que tengan que ver con el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, sin embargo el proyecto a implementar no se debe de enfocar únicamente a dicha acción sino también a crear cultura de prevención.

Por otro lado, existen numerosas oportunidades para el municipio en materia de gestión y manejo de RSO, la ocasión de ser un municipio que realice tareas que no solo beneficiarían a la población sino también representan una oportunidad de generar activos financieros con un buen manejo de dichos residuos en lugar de tener pasivos que derrochan recursos que podrían ser aprovechados para la realización de otras acciones igual de importantes. México es uno de los principales productores de numerosos cultivos dentro del sector primario, estos son susceptibles a requerir productos derivados del aprovechamiento de los RSO, adicionalmente existen recursos importantes en materia de gestión y manejo de RSU que otorgan el gobierno federal y estatal para la implementación de acción a favor de dicho tema.

Sin embargo existen ciertas debilidades dentro de la estructura del municipio debido a que hasta ahora el H. Ayuntamiento de Tianguistenco se ha caracterizado por tener un gobierno débil que es incompetente a la hora de ejercer los principios de la gobernabilidad por sus problemas internos a lo largo de tres periodos municipales, esto representa una amenaza directa a cualquier acción que se pretenda realizar debido a que muchos proyectos que llegan a funcionar en municipios se vienen abajo por la falta de continuidad de los gobiernos sucesivos. Adicionalmente cualquier oportunidad de comercializar productos a base de RSO depende de calidad con la que se realizan y la confianza que generen los fabricantes hacia sus compradores. Es importante fortificar acciones que puedan fortalecer el núcleo

administrativo del municipio para disminuir los riesgos de fracaso a la hora de la implementación de acciones estratégicas

3.3.2. Escenarios para el Municipio de Tianguistenco

1.- Tendencial

Con base a la situación que se describió anteriormente, si se continúa sin ninguna intervención sostenible por cualquiera de los agentes involucrados en tal problemática, la propensión será agravar los impactos negativos.

Dado que se incrementará el volumen de RSO por el crecimiento de la población, tomando en cuenta que se tiene una población de 77,147 y una tasa de crecimiento de 1.77% en 2015 el tiempo de duplicación es de 17 años, esto implica que para el año 2032 habrá 154,294 habitantes, que representan casi la cantidad actual de todos los ciudadanos dentro de la ZMT (Seis Municipios) que es de 170,461, cuya tendencia es también de crecimiento de la población en la región, quienes son los consumidores de los bienes de residuos orgánicos. Suponiendo que la generación per cápita de RSU se mantiene sin cambios en 1.6kg por habitante se generarían para entonces poco más de 246 toneladas de dichos residuos al día.

Sin embargo, se sabe que las actividades comerciales tienen un crecimiento del 0.9% anual, si tal aumento se mantiene así, la generación per cápita de RSU en 17 años podría aumentar a 1.844kgr/hab debido a la crecida de 14.4gr por año acorde con el desarrollo del comercio, de tal manera que se puede prever que sería aún mayor el tonelaje al día, de 284 toneladas al día de RSU y por tanto, los RSO también se incrementarán.

La falta de gestión de residuos sólidos urbanos se convertiría en un verdadero despilfarro de recursos, debido a que tan solo para recolectar dichos residuos necesitarían de 5 a 10 unidades recolectoras más de las que se tienen actualmente, el coste para la transportación hacia el sitio de disposición final tendría un aumento de entre el 220% al 230% sobre el costo actual, esto representa aproximadamente un gasto de \$2,200,000 mxn mensuales, en un año \$26,400,000 mxn y al término

de la administración \$79,200,000 mxn (Según precios del 2019). Adicionalmente también aumentan los riesgos por contaminación a los recursos suelo, agua y aire que impactarían a la salud de la población y la degradación del medio ambiente, lo daños para entonces son incalculables.

Con base a lo anterior se puede decir que la inadecuada manera en que se manejan los residuos actualmente en Tianguistenco no es financieramente viable, ni sostenible. Al aumentar el volumen de residuos y no modificar las prácticas de manejo de dichos desechos, la disposición final tendría un mayor impacto en los recursos naturales, descritos anteriormente.

2.- Deseable

A partir de los efectos del escenario tendencial, se evidencia la necesidad de implementar un proyecto de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos para todo Tianguistenco que contemple la separación de residuos en todos los hogares del municipio y programas especiales para localidades dispersas o con dificultades de accesibilidad. El municipio podría aprovechar de las 100 a 120 toneladas generadas un porcentaje del 60% de materia orgánica y 40% de materia inorgánica o bien de entre 60 a 70 toneladas de orgánicos y de 40 a 50 toneladas de inorgánicos. En el caso de los inorgánicos, se pretendería clasificar, transferir y valorizar según el tipo de residuos, asimismo, fomentar la recolección de residuos peligrosos y especiales y su respectiva transferencia a los sitios predestinados. El aprovechamiento de residuos inorgánicos el municipio conseguiría \$70,000 pesos diarios o \$25,500,000 mxn anuales por la venta de PET, Cartón, Aluminio, Vidrio entre otros residuos.

Por otro lado, los residuos orgánicos pueden ser utilizados para producir diferentes sub productos como biogás, compostas y biofertilizantes, para el caso de estudio se sugiere aprovechar los orgánicos para producir lombri – composta, ya que este sub producto tiene mayores componentes nutritivos y es superior al compost convencional. Entonces se podrían generar sub productos de excelente calidad que pueden ser comercializados en otras partes de la república mexicana, por otro lado, la fracción inorgánica puede contener un 28% de residuos potencialmente reciclables, en este caso de 11.2 a 14 toneladas que pueden ser recuperadas, vendidas y

reaprovechadas. Haciendo todo lo anterior el municipio tendría que disponer finalmente una cantidad mínima en un relleno sanitario de entre 28.8 a 36 toneladas.

Una vez desarrollada la producción y venta de lombri – composta el municipio podría obtener \$54,000 pesos diarios o bien ganancias anuales de hasta \$19,710,000 mxn por el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Entonces el beneficio obtenido por ambos tipos de residuos sólidos urbanos generaría activos financieros con valor de \$45,260,000 mxn anuales, lo que permitiría al municipio no solo pagar por los proyectos a ejecutar con tasas de retorno de 3 a 4 años en propuestas cuyo coste sea de \$90,000,000 mxn a \$120,000,000 mxn, también podría mejorar la infraestructura y equipamiento para brindar un mejor servicio y destinar recursos para crear campañas de cultura ambiental o incluso a otras áreas. De esta forma se garantizaría una gestión y manejo de residuos sólidos urbanos sostenible de manera económica y ambientalmente.

3.- Factible

Debido a que el municipio tiene dificultades técnicas, territoriales, socio - culturales y financieras para gestionar y manejar los RSU a corto plazo de manera sostenible, se sugiere trabajar en fases: la primera atender los RSO generados por el Tianguis; la segunda, el manejo de los RSU, residuos peligrosos y de manejo especial en cabecera municipal; y la tercera, se orientará al manejo de residuos peligrosos y de manejo especial de todo el municipio.

En este sentido, se tratará el caso de la primera fase, un proyecto para tratar RSO en el Tianguis de días martes en la cabecera municipal de Tianguistenco. La propuesta trataría inicialmente de darle tratamiento a la totalidad de residuos sólidos orgánicos de origen vegetal generados en los puestos del Tianguis, que de acuerdo a estudios realizados en campo es de aproximadamente 3,819.3 ton/día, 15,276 ton/mes y 182,312 ton/año. El proyecto requeriría de una inversión cercana a los dos millones de pesos, sin embargo, la propuesta podría generar ingresos que le permitan recuperar la inversión a un plazo relativamente corto, cabe resaltar que a futuro las instalaciones se podrían expandir para darle tratamiento a más toneladas de residuos orgánicos.

Inicialmente el proyecto requeriría de residuos sólidos orgánicos de origen vegetal debido a que estos residuos serían más fáciles de tratar y generarían un producto final de mejor calidad, sin embargo, a futuro se tratarían residuos sólidos orgánicos de origen vegetal y animal sin distinción en cuanto se tenga la capacidad financiera y técnica. Cabe señalar que al tratar estos residuos el municipio obtendría ganancias cercanas al millón de pesos anuales, por otro lado, se tendría que aumentar la producción anual de lombrí – composta, para hacer el proyecto rentable y para posteriormente expandir el servicio de tratamiento de residuos orgánicos a el tianguis completo de días martes y luego a la totalidad de la cabecera municipal.

El proyecto tardaría algunos años en despegar y en tener un impacto respecto al ahorro financiero del municipio en gestión y manejo de residuos sólidos urbanos. Pero solo de esta manera se marcaría el inicio de acciones realmente sostenibles financiera y económicamente en el municipio de Tianguistenco, colocándolo en la dirección adecuada para el futuro.

3.3.3. Diseño y Evaluación de Principales Líneas de Acción Estratégicas

Como se mencionó en el apartado anterior, Tianguistenco requiere de una serie de propuestas particulares para cada uno de los casos que presenta, es decir; que requiere de programas de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos para su cabecera municipal, localidades y tianguis. Todos estos programas pueden ser sustentados con apoyo de proyectos de manejo para dichos residuos, que involucren el re aprovechamiento de los residuos susceptibles a valorización y contemplen un enfoque en la prevención.

Las siguientes estrategias permitirán al municipio no solo gestionar de una mejor manera sus residuos que genera, sino que coadyuvará a la sostenibilidad de su territorio. Es importante señalar que la propuesta que resulte del presente trabajo servirá de referencia para futuros trabajos, proyectos o simplemente para darle dirección a las futuras políticas que se tomen en Tianguistenco en materia de RSU. Sería muy bueno que el municipio buscara la participación de empresas privadas que gestionen y manejen residuos sólidos urbanos, ya que de esa forma aliviaría

una gran carga económica y ambiental que tienen cada administración en el municipio.

Adicionalmente, falta que el municipio genere más y mejores datos en materia de residuos sólidos urbanos que le permitan conocer y entender de una manera adecuada la problemática, ya que no cuentan con bases de datos más específicas respecto a la generación, cuantificación y determinación de sub- productos. La información es una parte angular para la realización de cualquier propuesta, ya que entre más pertinentes sean las bases de datos, más óptimas serán las acciones, políticas y programas que se pretendan implementar en un futuro.

A manera de conclusión de este capítulo se puede decir que la propuesta tiene que girar en torno al desarrollo de un programa de gestión y manejo sostenibles de los residuos sólidos orgánicos del tianguis de la cabecera municipal, principalmente porque es el espacio adecuado para iniciar con las acciones pertinentes que busquen colocar al municipio en dirección del desarrollo que enmarca la Nueva Agenda 2030, el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan de Desarrollo del Estado de México y el Plan Municipal de Desarrollo de Tianguistenco.

Adicionalmente se va a desplegar una propuesta que contemple todas las disposiciones legales que enmarcan los diferentes niveles administrativos y cumpliendo con la normatividad vigente en materia de residuos sólidos, por otro lado es correcto señalar que el esfuerzo realizado en el presente trabajo por caracterizar la zona de estudio ha resultado en un adecuado diagnóstico que revelo importantes datos que son necesarios para el perfeccionamiento de la proposición conveniente a la situación que presenta Tianguistenco.

Los escenarios y análisis sirvieron para definir de manera adecuada los objetivos y estrategias principales que van a direccionar la propuesta que se pretende desarrollar en el siguiente capítulo, cabe decir que en este apartado se termina la primera fase de la metodología que se plantea en el subcapítulo 1.4 del capítulo I.

**Capítulo IV. Propuesta de Gestión de Residuos Orgánicos del
Tianguis de los Martes en la Cabecera Municipal de Santiago
Tianguistenco**

4.1. Gestión de Desechos Orgánicos del Tianguis de los Martes en Cabecera Municipal de Tianguistenco, Estado de México

Con base al diagnóstico de la gestión actual de los RSO en Tianguistenco del capítulo anterior. se construye la propuesta para su gestión, se toma como punto de partida el escenario factible, el cual consiste en lombrí – compostaje a partir de los RSO generados en el Tianguis de días martes en la cabecera municipal. El propósito es que mediante un proyecto de lombrí – compostaje, se aprovechen los residuos como insumos para fortalecer la actividad agrícola, la cual es básica en el sistema económico y se lleva a cabo en la región de estudio, de tal manera que se contribuya al desarrollo local sostenible.

La vermicomposta y/o lombrí – composta, es una manera natural de darle tratamiento a los residuos sólidos orgánicos generados en el Tianguis de Tianguistenco, adicionalmente presenta mayores beneficios en cuestión de nutrientes y calidad comparado con un compost químico. El producto final humus, es considerado como de nutrientes esenciales para suelos que son necesarios para el desarrollo de hortalizas y plantas, mejora la estructura de los suelos, permite ya lienta el crecimiento de micro organismos benéficos para el suelo, aumenta la infiltración y retención del agua en el suelo y reduce el riesgo de compactación y erosión. Entonces debido a lo anteriormente dicho, el humus de lombriz puede ser un producto atractivo en el mercado agrícola si se logra vincular la necesidad con el producto.

De acuerdo a la FAO, actualmente la agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre para la producción de cultivos y la necesidad de suelos fértiles va en aumento, por la existencia de factores humanos, pecuarios, agrícolas e industriales que han propiciado su demanda, de tal suerte que la producción agrícola ha crecido gracias a los avances tecnológicos y agroquímicos que han elevado el rendimiento, sin embargo, también han puesto en riesgo los ecosistemas ya que las modernas formas de producción agrícola degradan el suelo y recursos hídricos. De ahí que es necesario moverse en dirección de la sostenibilidad, en México el sector primario

aún tiene un peso muy importante en la economía del país, se aprecia principalmente en los estados del norte del país donde existen grandes productores agrícolas (FAO, 2002).

El subproducto obtenido de la lombricomposta es el humus de lombriz, el cuál puede ser utilizado para alcanzar algunos objetivos de desarrollo sostenible y es un producto que puede ser asequible para productores agrícolas que estén interesados en obtener mejores rendimientos en sus tierras sin causar mayores daños. Si se consigue producir en Tianguistenco de manera adecuada, este puede proporcionar una ventaja de hasta 10 veces más que la composta convencional y hasta 20 veces más que el estiércol, lo que facilitaría la tarea de comercialarlo y convenir con productores agrícolas interesados en comprar por tonelada.

La producción de humus de lombriz representa una oportunidad para el municipio de Tianguistenco, no solo para alcanzar una gestión y manejo de sus residuos sólidos orgánicos sostenible, sino también, como una oportunidad de generar activos financieros. Si se ejecuta de manera concreta el programa y se lleva a cabo el proyecto propuesto, el municipio de Tianguistenco no solo podría disminuir la cantidad de recursos financieros destinados al manejo de RSU, también obtendría beneficios del comercio de los bienes finales.

4.1.1. Objetivos de Propuesta

Para la presente propuesta se propone cubrir los objetivos siguientes:

Objetivo General: Formular la gestión y manejo sostenible de los residuos sólidos orgánicos generados en el Tianguis de los martes en la cabecera municipal.

Objetivos Específicos:

- 1.- Identificar las fases que compondrán el programa de manejo de RSO del Tianguis municipal de días martes
- 2.- Determinar las condiciones y características de cada una de las fases de la gestión de RSO

3.- Localizar el sitio optimo donde se construirá el centro de lombricompostaje de los RSO que se generan en el Tianguis municipal de los días martes.

4.- Establecer posibles fuentes de financiamiento para adquirir los recursos necesarios en la construcción de un centro de lombricompostaje municipal para Tianguistenco

4.1.2 Estrategias

- Formular un proyecto para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos a base de lombricompostaje para el aprovechamiento de RSO que se generan en el Tianguis de días martes en Tianguistenco y permita la producción de humus de lombriz.

- Elaborar un reglamento de procedimientos y estructura administrativa para que el programa se ejecute adecuadamente, delegando responsabilidades sobre el servicio de recolección de RSO en el Tianguis.

- Presentar y exponer la educación ambiental como herramienta para la creación de conciencia en el personal, comerciantes y en la población en general.

- Formular un estudio técnico básico que brinde orientación acerca de prefactibilidad para la creación de un centro de lombricompostaje municipal.

- Elaborar un estudio financiero, fuentes de financiamiento y posible comercialización para el proyecto de lombricompostaje de RSO de Tianguis municipal.

- Enunciar un diseño administrativo que permita institucionalizar el servicio de recolección de RSO del Tianguis.

4.2. Proceso de Producción de Lombri – Compostaje Municipal

Se toma en cuenta que cada vez que se implementa un programa en materia de RSU por vez primera, suele haber resistencia por parte de alguno de los agentes involucrados, es por ello que se planteó desde el inicio de este documento que cualquier propuesta tiene que ir acompañada de la participación social, debido a que se busca cambiar los hábitos y las perspectivas sobre la problemática de RSO,

para ello se pretende que el gobierno local incentive a la participación de los comerciantes del Tianguis, población en general y sector privado para que conozcan los beneficios sociales, ambientales y económicos que representa el manejo de los RSO mediante la lombricomposta (Wehenpohl G. & Hernández P., 2006).

Para el funcionamiento óptimo del centro de lombricompostaje, se sugirió en apartados anteriores que se involucrará al sector privado, las funciones recomendadas para cumplir con tal fin están descritas en los siguientes párrafos. Otro punto importante es que los elementos y/o personal, pueden ser designados por la empresa privada socia, las tareas propuestas al igual que el personal pueden variar dependiendo el tipo de trato que se tenga con la empresa encargada del manejo de los residuos sólidos orgánicos.

a) Separación en Santiago Tianguistenco

Esta fase consiste en segregar los restos orgánicos de origen vegetal generados en el Tianguis de los martes en los puntos generadores de tales residuos, cuya ubicación está sustentada en el mapa número 2 el propósito de realizarlo de esta manera es para que la calidad de los residuos seleccionados, no se vea alterada por la mezcla de otros tipos de desechos. Se tomará en cuenta el reglamento para el correcto funcionamiento del programa.

b) Recolección

Esta fase consistiría en el traslado de los residuos separados al sitio de tratamiento en las instalaciones para producción de vermicomposta. Para esta tarea el personal correspondiente acudirá a los sitios de separación al término del día de tianguis para recolectar los residuos depositados en los contenedores especiales, ubicados en los puntos mencionados.

Es necesario contar con el equipo y el vehículo adecuado para la transportación de los residuos, ya que el camino para llevar a cabo la operación es de mediana distancia, de acuerdo con lo anterior se contará con un vehículo recolector que tenga la capacidad requerida con base al diagnóstico realizado en el capítulo III el

cual expuso que es necesario llevar cerca de 4 toneladas de RSO de origen vegetal cada martes

Requisitos de los sitios y contenedores

a.1) Los contenedores serán colocados por el personal manual a cargo del supervisor del área de limpia, quienes tomarán a consideración el espacio suficiente para su colocación de acuerdo con el tipo de contenedor “A” o “B” según sea el caso tomando en cuenta las especificaciones técnicas del inciso d.4, evitar que no obstaculicen el flujo de transeúntes y comerciantes, los recipientes se ubicarán en los puntos del mapa del inciso b.2.

Imagen 8 Tianguis de los Martes en Santiago Tianguistenco



Fuente: Visita de Campo 19/Nov/2019

b.2) Cada contenedor debe estar cerca máximo 5 metros, mínimo 15 metros de lejos de los puestos generadores en el Tianguis, para ello se utiliza el siguiente mapa que ubica los puntos donde se colocarán los contenedores para residuos sólidos orgánicos. Los contenedores tipo “A” se colocarán en los puntos representados por un círculo mientras que los tipos “B” serán ubicados en los puntos representados por un triángulo. Solo en caso de ser necesario, se deberán de modificar los puntos de ubicación de contenedores de acuerdo con las necesidades y fines del programa, los únicos que pueden realizar tal acción es el jefe de limpia con apoyo del supervisor del área de limpia. En caso de incumplimiento de no colocar la basura en los contenedores por parte de los agentes, estos serán acreedores a una multa que deberá ser contemplada en el bando municipal de Tianguistenco.

Imagen 9 Ubicación de Contenedores para RSO



Fuente: Con base en datos de Google Maps, 2019

c.3) El material de los contenedores es resistente a los factores climáticos y humanos, en este caso es lámina de acero galvanizado o de PAD (Polietileno de Alta Densidad) de acuerdo con las categorías antes mencionadas los contenedores de tipo “A” medirían 120cm de largo x 70cm de ancho y 100cm de alto y los de tipo “B” 80 cm de largo x 60 cm ancho y 80 cm alto.



d.4) Cada contenedor estará perfectamente identificado con la señalización adecuada para tal fin, de manera que comerciantes y personas en general no tengan problemas para ubicarlos y entender su propósito, adicionalmente la señalización específica textualmente “Basura Orgánica de Origen Vegetal” con una

imagen alusiva a tales residuos, pues si solo dice “Basura Orgánica” podrían mezclar desechos orgánicos de origen animal y vegetal, de tal suerte que se perdería el propósito inicial del programa y causaría dificultades técnicas.



Control de Proceso

e.5) Verificar la ubicación de los contenedores en el Tianguis para que estos recipientes no sean recolocados en otros espacios por terceros, adicionalmente se hace de esta forma para que los residuos a recolectar no sean colocados en otros puntos y se mezclen con otros tipos de basura.



f.6) Durante la primera prueba, checar constantemente que los residuos depositados no excedan la capacidad del contenedor “A” 250kg y del contenedor “B” 100 kg, en caso de ser así; colocar los contenedores necesarios para cubrir la demanda de acuerdo con las disposiciones del inciso a.1 y b.2.

g.7) Una vez concluida la separación y recolección, se debe programar una limpieza de los contenedores de manera semanal, misma que se ha de llevar a cabo en las instalaciones de lombricompostaje durante los días viernes de cada semana. Las actividades de limpieza serán realizadas por el personal a cargo del supervisor del área de limpia, para estas actividades se requiere de por lo menos 10 personas.

c) Tratamiento

La técnica que se pretende utilizar para darle tratamiento a los residuos recolectados es el “Lombricomposteo”. La lombricomposta, vermicomposta o humus de lombriz es un producto resultante que se utiliza fundamentalmente como mejorador o enmienda orgánica de suelos, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros.

La lombriz de tierra se alimenta de desechos orgánicos y según avanza en este deposita sus desechos, convirtiéndolos en abono fértil, mejor que el que podría lograrse usando abonos artificiales. Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron. La especie que más se utiliza, es la roja californiana *Eisenia foetida*, es una especie domesticada que se reproduce rápidamente, alcanzando en poco tiempo altas densidades de población.

Las fases del proceso de lombricompostaje básicamente son 5 las cuales se describen a continuación:

1. Picado o Triturado de los RSO

Una vez que hayan llegado los residuos recolectados del tianguis al centro de lombricompostaje, el primer paso es *picar o triturar* el material que sea duro o de volumen grande ejemplo de ello son: tallos de árbol, arbustos y plantas, semillas grandes como las de aguacate, mango, mamey, etc. Esto se lleva a cabo con la pretensión de aminorar el tiempo de conversión de los residuos sólidos orgánicos en humus o tierra, ya que si no se trituraran dichos residuos algunos de ellos tardarían meses o incluso años en desintegrarse por completo. La trituración o molienda, se debe de hacer con una maquina molino de martillo, se recomienda

hacer este proceso a la mañana siguiente del día de recolección para que los materiales estén todavía verdes y húmedos, de esa forma se facilita la operación.

2.- Composteras

El siguiente paso consiste en *depositar los residuos orgánicos triturados en las composteras* y luego cubrir con paja o pasto seco para mantener la humedad del material en descomposición. Después seguirá un proceso de descomposición en el cuál la temperatura de la materia orgánica en descomposición puede llegar hasta 65° C. Este proceso de alta temperatura puede durar de 25 a 30 días durante los cuales es necesario mover con un biello para verificar que tenga suficiente humedad. Pasado el periodo antes mencionado.

3-. Aplicación de Lombrices a Composteras

Se *aplicarán las lombrices a las composteras* para que conviertan el material restante en humus de alta calidad, la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa el desecho orgánico y digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición, expulsando los elementos no digeribles y los residuos metabólicos, que son los que forman el humus.

La cantidad de lombrices a aplicar puede variar de acuerdo con la disponibilidad, pero lo recomendable es un kilogramo por compostera como mínimo, distribuidas uniformemente. Una vez aplicadas las lombrices, vigilar que siempre tengan suficiente humedad y que no estén expuestas a la presencia de depredadores (roedores y pájaros).

4- Harneado

Una vez pasados aproximadamente 90 días después de haber introducido las lombrices a las composteras, se debe de iniciar el proceso de *harneado*, el cual consiste en separar inicialmente las lombrices de la composta y luego con el apoyo de un tamiz que sea adecuado para el trabajo se quita materia orgánica aun no degradada. Se sugiere llevar a cabo el harneado porque en el producto final no todo el material ha sufrido un proceso completo, quedando trozos de distintos tipos de materia orgánica, como madera, semillas, tallos, etc.



Fuente: <http://ndlnoticias.com/estado-de-mexico/conoce-la-lombricomposta-una-alternativa-fertilizante-sustentable/>

5- Envasado

Después de ser harneado el humus puede ser envasado en bolsas o costales. Los materiales que no pasaron el tamiz, deberán ser regresados a las composteras para continuar su proceso de descomposición.

Para que el manejo de los residuos sólidos orgánicos generados los días martes en el Tianguis de la cabecera municipal de Tianguistenco sea exitoso, es necesario que el personal encargado del Área de Servicios Públicos implemente el siguiente reglamento propuesto para tal objeto.

d) Comercialización

Para distribuir o vender el humus de lombriz producido en el municipio de Tianguistenco, se sugiere el mercado regional del municipio, los consumidores potenciales pueden ser: los fraccionamientos y unidades habitacionales localizadas en su territorio en Tianguistenco existen 4 fraccionamientos los cuales son; Jardines de Santiago, La Mora y El Capulín.; 2 unidades habitacionales la de Izcalli Santiago y la 20 de Noviembre; además en el municipio aún hay quienes ocupan el humus de lombriz para sus hortalizas, huertas y/o parcelas de cultivo.

Adicionalmente los municipios aledaños a Tianguistenco que son: Capulhuac, Ocoyoacac, Mexicaltzingo, Chapultepec, San Antonio La Isla, Atizapán, Almoloya del Río, Xalatlaco y Ocuilan cuentan con porciones de tierra con uso de suelo agrícola, de las cuáles aún hay una cantidad desconocida de personas que se dedican al cultivo de tierras agrícolas, floricultura y jardinería. Por otro lado, dos

municipios cercanos a Tianguistenco que presentan gran potencial son Ocuilan y Malinalco, ya que en sus respectivos territorios existen hoteles, fraccionamientos, centros de servicios turísticos y clubes de golf, entre otros, los cuales podrían ser posibles consumidores de lombri – composta.

Para asegurar el éxito de la comercialización de Lombri – composta, el municipio o responsables del proyecto tendrán que incentivar la demanda y vender los productos en los distintos mercados locales, cabe señalar que para alcanzar ese propósito y/o objetivo se tiene que realizar un estudio de mercado profundo que permita establecer un plan de marketing eficaz que brinde un panorama amplio de donde se encontraría el nicho de mercado para el producto final humus de lombriz producido en Tianguistenco.

4.3. Localización del Proyecto y Otros Aspectos Técnicos

El predio se localiza al Sur – Este de Tianguistenco sobre la carretera Santiago – Chalma, a un costado del Centro de Servicios Administrativos “Prof. Carlos Hank González” de Tianguistenco, el predio pertenece a particulares, la propiedad cuenta con más de 2000m², para fines del presente proyecto se requieren de 1000 m² a 1,200m² para las instalaciones necesarias.

La ubicación del terreno es adecuada para la propuesta, ya que algunos expertos como Wehenpohl (2006) recomiendan que debe de estar lo más cerca posible del sitio donde se generan los RSO y tener asegurada una fuente de agua cercana para los tiempos de secas, se detalla que el uso de suelo circundante debe de ser preferentemente de uso agropecuario o industrial, pero esto no está normado o regulado aún. El predio se localiza a 2.26 km de la cabecera municipal y en una zona que le puede permitir su futuro crecimiento en caso de que funcione y requiera de más espacio para aumentar las capacidades de manejo de RSO, ya que de acuerdo con el último Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2016) el predio está cerca de un uso de suelo industrial lo cual facilita la obtención de servicios básicos.

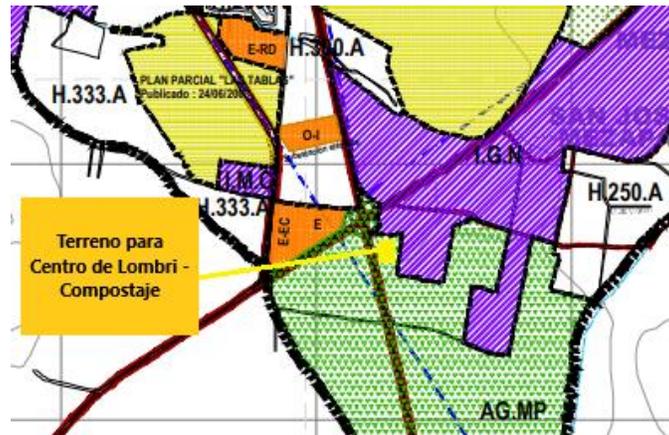
Actualmente no existe una norma mexicana que regule el tipo de suelo que debe tener una planta de compostaje, sin embargo, la que más se acerca a tales especificaciones es la norma ambiental para el distrito federal NADF-020-AMBT-

2011 la cual establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y que tiene un apartado que especifica las características del sitio o ubicación del centro de compostaje. Cabe señalar que la transformación de residuos orgánicos por medio de lombricompostaje puede verse como una actividad industrial y/o de transformación, por otro lado, la norma antes citada establece que se deben considerar los planes de desarrollo urbano, así como los planes de ordenamiento ecológico del territorio, además de contar con la autorización en materia de impacto ambiental que otorga la Secretaría de Medio Ambiente, que son algunos de los requisitos en mayor o menor medida importantes.

La norma menciona también que el sitio o ubicación del centro de compostaje debe de tener proximidad al punto o puntos de generación y las instalaciones deben de contar con las obras de ingeniería necesarias para evitar riesgos de inundación y deslaves, adicionalmente en un futuro se puede someter a propuesta para un plan parcial del municipio de Tianguistenco indicando el porqué de su construcción y requerimientos. Adicionalmente cabe decir que la norma no menciona que tipo y uso de suelo es apto para la construcción de un centro de compostaje, sin embargo, aunque ya se mencionó en párrafos anteriores que el ideal es un uso de suelo agrícola o industrial, el cambio de uso de suelo sólo debe considerarse como última opción.

En conclusión, las normas, reglamentos y guías mencionan únicamente parámetros que tienen que ver más con las cuestiones de accesibilidad, distancia promedio desde puntos generadores, acceso a servicios como luz y agua. Se menciona que los planes y dictámenes de índole técnico que deben de ser avalados por las dependencias competentes en materia de RSU, pero no se menciona el tipo de suelo apto, es decir; andosol, litosol, etc. o un uso de suelo específico y apto para dichas actividades como pudiera ser; agrícola, forestal, etc. La zona que se necesita para el proyecto esta iluminada en un cuadro de color naranja en la siguiente imagen.

Imagen 10 Uso de Suelo en el Predio del Proyecto E-2



Fuente: H. Ayuntamiento Tianguistenco, 2015

Foto 1 Ubicación del Predio Vista Frontal



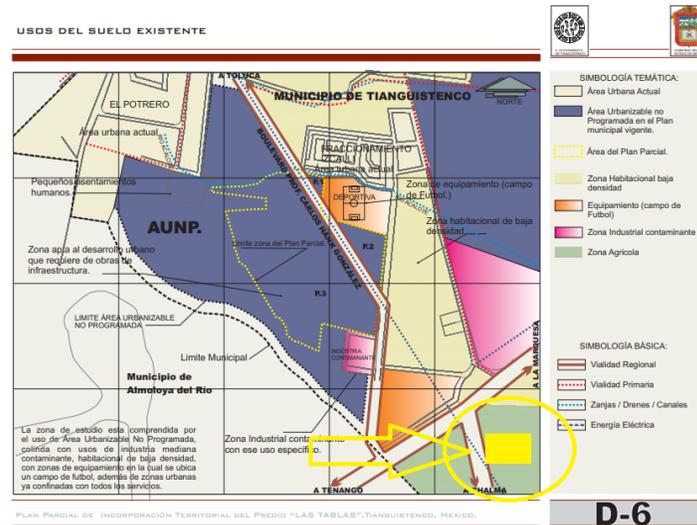
Fuente: Google Earth (2019)

Como se puede apreciar en las fotos anteriores el predio se sitúa a pie de carretera lo que le brinda fácil accesibilidad a equipamiento, infraestructura y capital humano, cabe destacar que se localiza en una zona que no es susceptible a inundaciones, sin embargo, de acuerdo con la CONAGUA (2007) se deben de tomar en cuenta las especificaciones técnicas que promueven la construcción de este tipo de instalaciones en terrenos con una pendiente mínima del 0.5% y como pendiente normal el 1% (Esta pendiente se toma en el punto bajo del sitio que da hacia la

vialidad), se debe de asegurar que el agua fluya superficialmente hacia la vialidad para reducir al mínimo cualquier riesgo para las instalaciones.

De acuerdo al plano D – 6 Usos del Suelo Existe del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tinguistenco 2016, el predio se localiza en zona agrícola, sin embargo, como se mencionó anteriormente es susceptible a cambios si se somete a propuesta en algún plan parcial de desarrollo urbano.

Imagen 11 Uso de Suelos en el Predio del Proyecto D-6



Fuente: H. Ayuntamiento de Tinguistenco, 2015

Por otro lado, en el plano de usos de suelo E-2 de estrategias apreciable en la imagen número 10, está contemplado el predio con uso de suelo agrícola de mediana producción. Cabe señalar que, aunque no está escalado como el plano anterior, se puede apreciar en la siguiente imagen en el cuadro de color amarillo.

Imagen 12 Localización de Predio Vista Aérea



Fuente: Google Earth (2019)

En las tablas de compatibilidad de usos de suelo del Plan de Desarrollo Urbano de Tianguistenco más reciente, se menciona que el aprovechamiento de predios con usos de suelo no incluidos en el Plan vigente, podrán permitirse solo con previa autorización que emita la Secretaría de Desarrollo Urbano, cuando se demuestre mediante un estudio avalado (dictamen técnico), que no habrá efectos negativos de ninguna índole en el sector urbano correspondiente. Adicionalmente cabe mencionar, que en su tabla de compatibilidad de usos número 4 (Infraestructura) se menciona que los predios con uso agrícola pueden ser utilizados para instalaciones en general de las cuales se mencionaron como usos específicos a) zonas de transferencia de basura y b) rellenos sanitarios con cualquier superficie por uso.

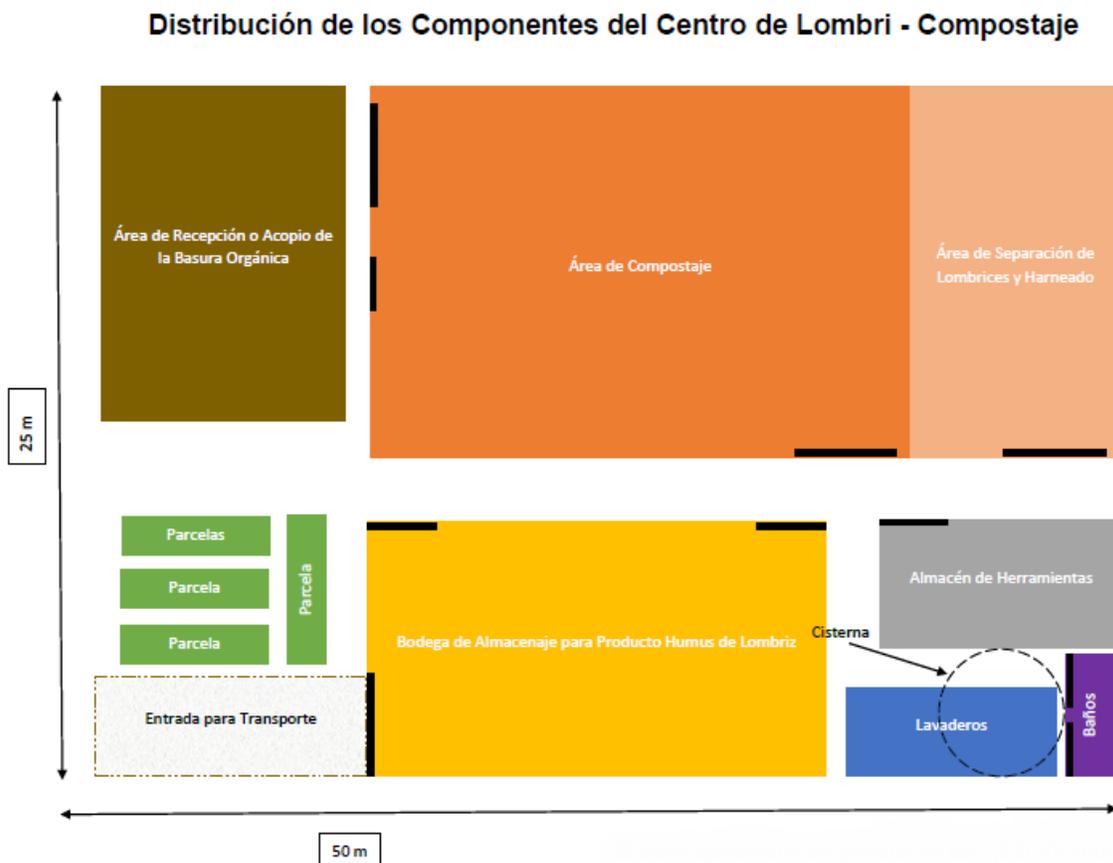
Es importante mencionar que el centro de lombricompostaje puede verse como una actividad industrial, ya que implica la transformación de la materia orgánica que se recolecta en un producto final con valor en el mercado, de tal manera que podría tener un uso de suelo de tipo industrial, adicionalmente el predio se localiza cerca del territorio marcado con zona de uso industrial, esto puede jugar un papel importante a la hora de gestionar los permisos correspondientes.

Para darle un manejo adecuado a los residuos sólidos orgánicos de origen vegetal generados en el tianguis de los martes en la cabecera municipal de Tianguistenco, se propone la siguiente infraestructura necesaria para manejar la basura orgánica. El centro de Lombricompostaje es el lugar donde se recibirá la basura orgánica y se realizarán las actividades para manejarla y producir humus de lombriz. Este debe de estar ubicado estratégicamente en un lugar del municipio que sea de fácil acceso para que los trabajos del equipo de servicios públicos sean fáciles de realizar, así como también la gente pueda ver lo que se hace en el módulo al recibir la basura orgánica.

El área deberá tener preferentemente una superficie de 1,200m² en caso de no ser posible basta una superficie de 1,000m² suficiente para realizar las siguientes actividades:

- 1).- Área de Lombricompostaje
- 2).- Área de recepción o acopio de basura orgánica
- 3).- Área de separación de lombrices y harneado del humus
- 4).- Bodega de almacenaje para producto humus de lombriz
- 5).- Parcelas para la producción de hortalizas y plantas ornamentales a cielo abierto
- 6).- Cisterna para captar agua de lluvia
- 7).- Área para lavar herramientas y hortalizas
- 8).- Almacén para guardar herramientas, equipo e insumos
- 9).- Baños para uso del personal que labora en el modulo

Imagen 13 Distribución de los Componente del Centro de Lombricompostaje



Fuente: Elaboración propia con base a GiZ (2006)

4.4 Educación Ambiental

La realización de una campaña informativa previa a la ejecución de la propuesta es necesaria, para que la población asistente al Tianguis y comerciantes tengan contempladas las acciones que se realizarán en el mismo, ya que debido al proceso del manejo de los residuos se requiere llevar un control de la calidad en la separación, además de constante seguimiento, esto puede lograrse con una campaña de educación para la separación de los residuos en el tianguis dirigida a comerciantes y personas en general durante el día que se estrene el programa y también durante fines de semana en la cabecera municipal.

Para el proyecto la educación ambiental tendrá como propósito la sensibilización de la importancia del manejo de los RSO y la formación sobre la cultura ambiental como por ejemplo aspectos como el consumismo, el reúso y reciclamiento de los residuos sólidos urbanos inorgánicos y orgánicos, contaminación en los recursos naturales entre otros, para ello se plantean las acciones siguientes:

- 1.- **Campaña informativa y capacitación para comerciantes** generadores de residuos sólidos orgánicos en Tianguis de la cabecera municipal, con una duración de dos meses antes de la implementación del programa y después por dos meses durante la ejecución.
- 2.- Convocar a una **reunión a vecinos** para brindar información u orientación respecto a la operación del programa de manejo de RSO de Tianguistenco en general y sector privado, cuyo hogar se localice cerca del perímetro de influencia del programa, es decir; que estén cerca de los puntos generadores de RSO.
- 3.- **Campaña en el quiosco central** de la cabecera municipal durante los fines de semana, para promoción de la lombricomposta, de esta forma se dará a conocer a la población local y sector privado, la importancia de este producto adicionalmente sirve para que las personas aprendan a utilizarlo y participen en futuros proyectos que involucren el apoyo de toda la población en general para programas o proyectos en materia de composteo o manejo de residuos sólidos urbanos.

4.- El día de estreno del programa aproximadamente seis personas del área de limpia municipal deben darse a la tarea de **sensibilizar a comerciantes y personas transeúntes** sobre el ¿Por qué? de las acciones que se realizarán al tiempo que se da seguimiento en campo, orientando principalmente sobre las siguientes dos acciones: Dónde depositar residuos y qué tipo de residuos depositar.

Estas acciones son necesarias para el día del estreno del programa porque el Tianguis de Tianguistenco atrae a muchos visitantes originarios de otros municipios y es probable que no estén familiarizados con las acciones que se pretenden implementar por ello es necesario involucrarlos e invitarlos a participar de una manera adecuada.

4.5. Estructura Administrativa

De acuerdo con Wehenpohl (2006) un programa de compostaje tiene cinco fases básicas: separación, recolección, tratamiento, distribución y utilización. Sin embargo, para el presente programa únicamente se cambia distribución y utilización por comercialización, ya que para el caso de Tianguistenco se busca en un futuro obtener beneficios financieros de los productos que se generen a base de residuos sólidos orgánicos, ya que si se consumen únicamente en el mismo municipio disminuiría la oportunidad de obtener beneficios económicos por su venta a otros lugares.

Con el propósito de que el proyecto sea sustentable y se institucionalice, se propone crear un Consejo Consultivo el cual se componga de representantes de los diversos agentes locales, un comerciante, un vecino del área del tianguis, el encargado del proyecto de lombricomposta, y un representante del gobierno local. Este Consejo se encargará de dar seguimiento a él proyecto, además de retroalimentar la toma de decisiones al respecto. Este sesionara una vez al mes.

Para el presente programa la estructura administrativa tomará en cuenta a la Dirección de Servicios Públicos, ya que dentro de esta dirección se localiza el Área de Limpia, como se aprecia en el organigrama número 1, a dicha área se le delegarán los deberes que se llevarán a cabo para operar adecuadamente, ya que

en el marco jurídico federal, estatal y municipal analizado y documentado establecen en sus diferentes artículos que los municipios pueden organizar de la manera que les sea pertinente sus diferentes direcciones con el fin de eficientizar sus recursos.

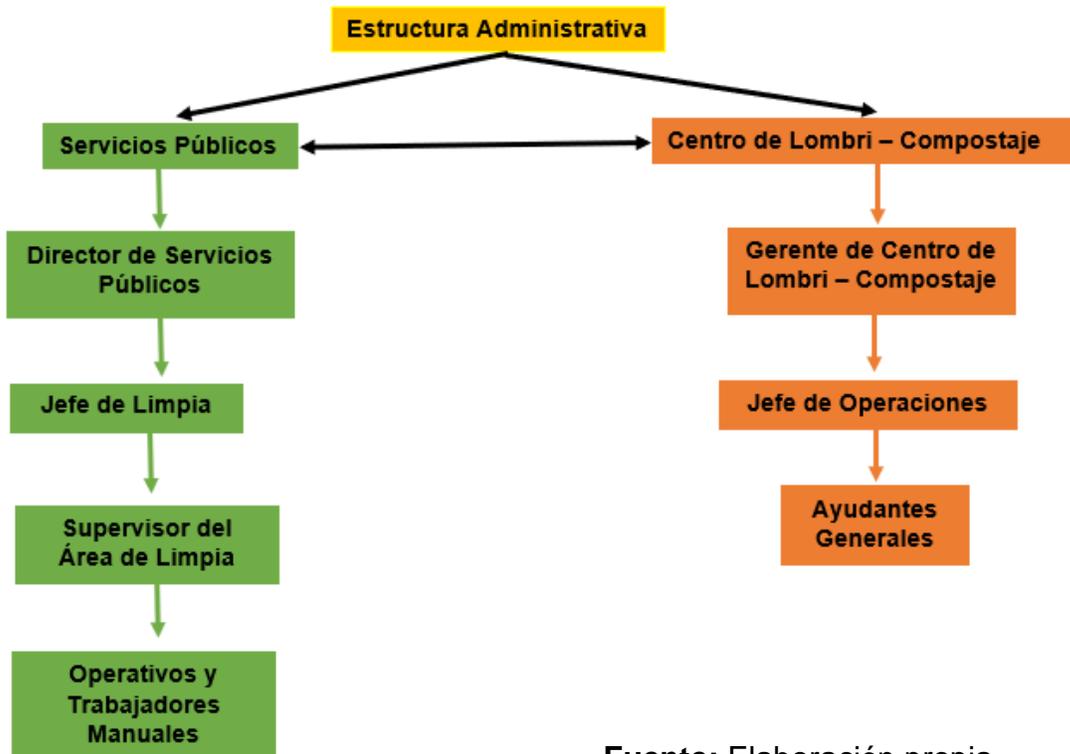
Organigrama 1 Dirección de Servicios Públicos de Tianguistenco



Fuente: H. Ayuntamiento de Tianguistenco

El Jefe de Limpia con apoyo del Supervisor del Área de Limpia conformarán al equipo que será comisionado para operar el programa y cumplir con tal diligencia, por otro lado y de manera opcional el sector privado llevaría a su cargo la administración del centro de Lombricompostaje de RSO, siempre y cuando cumpla con las condiciones estipuladas por el municipio, finalmente la sociedad, así como comerciantes deberán participar de forma activa en los procesos de separación de RSO y la difusión de la información sobre el programa.

Organigrama 2 Propuesta de Estructura Administrativa para Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Funciones de Servicios Públicos y Área de Limpia

Las siguientes funciones y objetos propuestos para la Dirección de Servicios Públicos, son descritos con la intención de facilitar la comprensión de la estructura administrativa propuesta y su organigrama 2. Aunque el sector privado está incluido dentro de la organización, su descripción, funciones y cargos se encuentran inscritos como parte del centro de lombricompostaje, el cual se localiza en el apartado del proyecto.

Encargado de Servicios Públicos

Su objetivo es consolidar un manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos que se generan en el Tianguis de días martes en la cabecera municipal.

Funciones:

- Organizar las actividades que sean necesarias para que el programa de manejo de residuos sólidos orgánicos del Tianguis sea exitoso.

- Conocer y supervisar las funciones que ejecutará el personal a su cargo, así como las etapas del proceso de manejo de los residuos sólidos orgánicos a coleccionar en el Tianguis.
- Promover la participación de la sociedad y sector privado con el fin de mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos orgánicos del Tianguis.

Jefe de Limpia

Su objetivo es mantener un adecuado funcionamiento del programa de manejo de residuos sólidos orgánicos proporcionando respuestas eficientes durante las operaciones y acciones que se llevarán a cabo en el Tianguis.

Funciones:

- Supervisar la adecuada ejecución del programa, así como del personal a su cargo, gestionando de manera conjunta con los agentes pertinentes el apoyo necesario para las operaciones y/o acciones durante los procesos y/o fases.
- Conocer el funcionamiento y condiciones de los equipamientos necesarios para operar el programa.
- Efectuar recorridos de supervisión para verificar que el personal a su cargo ejecute de manera adecuada las diferentes fases del manejo de los residuos sólidos orgánicos.
- Generar bitácoras de trabajo para la asignación de los puntos críticos de recolección asignados al personal.

Supervisor del Área de Limpia

Su objetivo es procurar que el personal manual que estará a su cargo desempeñe de manera precisa las acciones necesarias para el logro de los objetivos del programa, brindando un servicio eficiente y eficaz.

Funciones:

- Promover y facilitar las tareas de separación de residuos sólidos orgánicos en el Tianguis de días martes en la cabecera municipal.
- Realizar la recolección de los residuos sólidos orgánicos separados en conjunto con el personal operativo, para llevarlos al sitio de manejo adecuado cerca de la cabecera municipal.
- Gestionar el mantenimiento periódico, preventivo y correctivo de los equipamientos y equipos de recolección.

Operativos y/o Trabajadores Manuales

Su objetivo es mantener limpios los puntos de recolección y brindar un servicio eficiente

Funciones:

- Vigilar que se lleven a cabo adecuadamente las tareas de separación de residuos sólidos orgánicos en los puntos de separación y recolección
- Recolectar los residuos generados al término del día martes de Tianguis en los puntos establecidos
- Participar en las labores de limpieza y mantenimiento de los equipamientos y equipos utilizados para separar y recolectar los residuos sólidos orgánicos.
- Participar en otras acciones necesarias que le sean conferidas para que el programa opere con regularidad y adecuadamente.

En caso de que la propuesta se opere administrativamente en un 50% por el municipio y en un 50% sector privado, las labores de manejo de residuos sólidos orgánicos en el centro de lombricompostaje estarían administradas de la forma en que sugiere el apartado de “*Funciones de Socio del Sector Privado*” que se localiza en el apartado del centro de lombricompostaje. En caso contrario en que el municipio administre el 100% del centro de lombricompostaje, se menciona de quienes tendrían las atribuciones administrativas por tipo de función, en

concordancia con lo escrito en el apartado antes mencionado, de cualquier forma se agregan entre paréntesis, los cargos equivalentes

Funciones de Socio del Sector Privado

Gerente de Centro de Lombricompostaje (Director de Servicios Públicos)

Su objetivo es asegurar la operación sostenible del centro de lombricompostaje.

Funciones:

- Definir la planificación del trabajo y todas las acciones concretas que implica el proceso de manejo de RSO por Lombricompostaje.
- Organizar y aprovechar los recursos disponibles para brindar óptimos resultados
- Supervisar y validar los procesos necesarios en el manejo de RSO para aplicar acciones correctivas en los casos en que se considere necesario.
- Encargado de la comercialización del producto final lombricomposta

Jefe de Operaciones (Jefe de Limpia)

Su objetivo es verificar la adecuada ejecución de las funciones y procesos para obtener un lombricompostaje de calidad

Funciones:

- Brindar como resultado un producto final de buena calidad para el mercado local, regional y/o nacional.

Ayudantes Generales

Su objetivo es apoyar en cada proceso manual que implique el manejo de RSO en las composteras

Funciones:

- Realizar las acciones manuales necesarias en el tratamiento picado, elaboración de composteras, aplicación de lombrices, harneado y embazado para lograr obtener un producto final lombricomposta de calidad

Los empleados de la Dirección de Servicios Públicos en especial el personal manual, estarán provistos del distintivo que se apruebe y gafete que contenga su categoría, nombre, firma, fotografía y sellado por la Dirección de Servicios Públicos, y usarán uniforme y equipo necesario para el desempeño de sus labores.

En caso de que el municipio administre al 100% las instalaciones del centro de lombricompostaje, las funciones del Gerente Privado pasarían al Director de Servicios Públicos quien fungirá el papel de administrador de los activos financieros del centro de lombricompostaje y en concordancia con las atribuciones del cargo realizará las acciones pertinentes mencionadas en párrafos anteriores, en el caso del Jefe de Operaciones Privado, sus funciones le serían delegadas al supervisor del área de limpia. Por otro lado, los ayudantes generales serían sustituidos por personal manual del Área de Limpia debidamente calificados y acreditados.

Cuadro 10 Cargos y Etapas Relacionadas a Proyecto

Cargos	Etapas
Director de Servicios Públicos Jefe de Limpia Supervisor del Área de Limpia Operativos y Trabajadores Manuales	Separación Recolección Traslado
Gerente de Centro de Lombri Compostaje Jefe de Operaciones Ayudantes Generales	Tratamiento Distribución de sub – productos

Fuente: Elaboración propia con base a Wehenpohl (2006)

4.6. Componente Financiero y Fuente de Financiamiento

Una de las partes más importantes de la propuesta es la evaluación financiera, para la cual se tomaron en cuenta los precios más cercanos al contexto durante el año de 2019. Cabe señalar que se tratara de describir en medida de lo posible cada uno de los rubros sin perder objetividad y que para la obtención del periodo de retorno de la inversión se parte del supuesto de que se producen 16 toneladas al mes y se venden a un precio de 1,800 MXN por tonelada que es el precio más bajo por tonelada en concordancia a precios del mercado de composta 2019.

Inicialmente el terreno que se visualizó en el apartado de ubicación del proyecto, tiene un precio de 150 pesos por m², si se compran 1,250 m² se obtiene un costo de 187,500 MXN, sin embargo, para el presente cálculo se cierra a 200,000 MXN. Por otro lado, el precio de construcción de una nave industrial con las características deseadas para los fines del programa, tiene un costo aproximado de 1,200 pesos/m² de construcción, suponiendo que se construye una nave de 600m² para procesar entre 10 y 20 toneladas de RSO de origen vegetal, el costo final de dicha infraestructura sería de 720,000 MXN y se cierra en 800,000 MXN.

La inversión de maquinaria y herramienta es otra cuestión aparte, pues se necesita un molino de martillo industrial que tiene un costo de 60,000 MXN. Adicionalmente para airear las composteras se tiene que comprar una mini maquina cargadora marca *Union Stulep* cuyo precio oscila entre los 300,000 MXN, las demás herramientas como palas, azadones, bieldos, escobas, entre otros. Sumarian un promedio de 30,000 MXN. Y también se comprará una cisterna Rotoplas de 10,000 lt con un costo de 25,000MXN y un tanque de la misma marca con capacidad de 1,200lt y costo unitario de 3,000 MXN de esto sumaría un total de 28,000 MXN por la cisterna y el tanque.

Cuadro 11 Inversión del proyecto de Lombricomposta (A precios de 2019)

Concepto	Costo
Terreno	\$ 200,000.00
Construcción de Nave	\$ 800,000.00
Molino de Martillo	\$ 60,000.00
Maquina Cargadora	\$ 300,000.00
Herramienta	\$ 30,000.00
Cisterna Rotoplas 10000 lts	\$ 25,000.00
Tanque de 1200 lts	\$ 3,000.00
Subtotal	\$1,418,000.00
Capital de trabajo	\$ 312,000.00
Inversión Diferida	\$ 100,000.00
Total	\$1, 830,000.00

Fuente: Elaboración propia

La inversión fija se cierra en 1,418,000 MXN y se estima que la inversión diferida por concepto de permisos y trámites será de 100,000 MXN, finalmente el capital de trabajo es de 312,000 MXN. La mano de obra que se necesita debe de estar capacitada para las actividades a realizar, por ello tiene que haber por lo menos 1 montacarguistas y 3 ayudantes generales, los cuales tendrían un sueldo de 8,000 y 6,000 pesos mensuales respectivamente, al año se requiere de una inversión en capital humano de 312,000 MXN anuales. Cabe decir que el costo de los servicios de Luz y Agua, entre otros, se estima en 200,000 MXN anuales.

Cuadro 12 Presupuesto de Costo Anual (A precios de 2019)

Concepto	Costo anual
Sueldos y salarios	\$ 312,000.00
Servicios	\$ 200,000.00
Total	\$ 512,000.00

Fuente: Elaboración propia

El costo aproximado del proyecto incluyendo servicios es de: 2,030,000 MXN

Se sabe que cada martes de acuerdo a la generación que se llevó a cabo para el diagnóstico se producen alrededor de 4 toneladas, entonces la cantidad inicial de residuos sólidos de origen vegetal que va a procesar el centro de lombricompostaje a la semana es de 4 cuatro toneladas, debido a que solo hay un día de Tianguis, al mes se tratarían poco más de 16 toneladas de acuerdo a datos recabados en campo para el diagnóstico.

La superficie de la instalación propuesta tiene una capacidad instalada de tratamiento para producir de 20 a 150 toneladas de humus de lombriz, el margen entre mínimo y máximo se debe a que se necesitan 30 días como mínimo para que las composteras estén listas para suministrar las lombrices que estarán cerca de 90 días para convertir dichos residuos en humus de lombriz, en total son 120 días o bien 4 meses para todo el proceso de producción. Adicionalmente, el centro está diseñado para un crecimiento acelerado de producción en caso de que el programa sea un éxito y se incremente el volumen de residuos a tratar para convertirlos en lombricomposta.

Cuadro 13 Producción en Centro de Lombricompostaje

Temporalidad	Toneladas a Tratar
Semana	4
Mes	16
Año	192

Fuente: Elaboración propia

Al mes se producirán 16 toneladas de compost – humus, que tienen un precio mínimo en mercado de \$ 1,800 MXN, por otro lado durante el proceso de lombricompostaje surge otro sub – producto el Humus Liquido de Lombriz, el cual surge a partir del humus sólido, por cada 5 kilos de humus sólido se obtiene 1½ litro de líquido, el cual tiene un precio mínimo en el mercado de \$10 MXN pesos por litro, de manera que haciendo las conversiones necesarias al mes se obtendrían aproximadamente 4,800 litros de humus liquido de lombriz y al año serían alrededor de 57,600 litros.

**Cuadro 14 Presupuesto de ingresos por la venta de productos
Lombricomposta (A precios de 2019)**

Concepto	Mensual	Anual
Volumen de Producción (Humus Sólido)	16 toneladas	192 toneladas
Ingreso Promedio	\$ 28,800 MXN	\$ 345,600 MXN
Volumen de Producción (Humus Líquido)	4,800 litros	57,600 litros
Ingreso Promedio	\$ 48,000 MXN	\$ 576,000 MXN
Ingresos Totales	\$ 76,800 MXN	\$921,600 MXN

Fuente: Elaboración propia con base a datos de diagnóstico y precios de mercado (2019)

Tomando en cuenta que a los ingresos anuales que serían de aproximadamente \$921,600 MXN se les restan los costos anuales del proyecto que son de 512,000 MXN, la utilidad sería de 409,600 MXN el retorno de la inversión se obtiene aproximadamente al 5° año. Cabe señalar que se debe de hacer un estudio de mercado minucioso para determinar el crecimiento de la producción y su posterior colocación, de manera que se obtengan mayores beneficios año con año y aumenten los activos financieros. No se tomó en cuenta la venta del subproducto pie de cría de lombriz.

Fuente de Financiamiento

La manera adecuada de obtener recursos para la propuesta del presente trabajo es mediante el “Programa de Residuos Sólidos Municipales” del gobierno Federal (PRORESOL) que va dirigido a estados y municipios, debido a que los recursos que otorga no son recuperables, el gobierno municipal de Tianguistenco no tiene que devolverle los recursos obtenidos por el programa al gobierno federal en caso de que opere la propuesta de programa municipal y no funcione. Este programa federal es financiado por el Fondo Nacional de Infraestructura, el cual está destinado al mejoramiento y construcción de equipamientos e infraestructuras necesarios para

el desarrollo del país, en especial lo que tienen que ver con residuos sólidos urbanos.

Como el programa opera según el costo del proyecto hay dos opciones a) proyectos menores a 20 millones de pesos y b) proyectos mayores a 20 millones de pesos, como el proyecto que se propone en el documento tiene un coste menor a los 20 millones de pesos únicamente se necesita crear un documento que contenga la justificación económica del proyecto. Para el proyecto Banobras-Fonadin apoya con el 50% de los dineros que se necesiten para el desarrollo del proyecto, es importante señalar que el 50% restante lo debe de poner el socio del sector privado.

El proceso es el siguiente, se tiene que hacer una solicitud formal por parte del municipio a BANOBRAS – Fonadin, luego se hace el llenado del formato de la justificación económica para su posterior recepción y revisión de dicha justificación por parte de la institución receptora, parte del proceso incluye una visita técnica al municipio para corroborar datos, aprobados estos filtros SEMARNAT someterá a escrutinio dicha justificación para que esta institución se la turne para revisión a la Unidad de Inversión de la Secretaría de Hacienda (UI – SHCP) la cuál determinará la viabilidad desde el punto de vista socio – económico, finalmente una vez obtenida la aprobación y registro en la UI – SHCP, BANOBRAS – Fonadin solicitará la aprobación de los recursos a su órgano de Gobierno, ósea su “Consejo Directivo”, conforme al artículo 17 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y el artículo 16 de la Ley Orgánica del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos.

La única condición que se impone es la obligada participación de un socio del sector privado, en caso de no tenerlo las instituciones correspondientes procederán a estructurar una licitación pública, en la cual se definirá de manera clara y transparente a una empresa ganadora a la cuál finalmente se le adjudicaría la parte del proyecto que le corresponde, se crea un Fideicomiso, el cuál recibirá los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, ya que al tener un Fideicomiso se dará certidumbre a los actores involucrados.

Todo lo antes mencionado viene señalado en las reglas de operación de dicho programa, cabe decir que la participación del sector privado en la gestión y manejo

de los RSU de Tianguistenco puede ser benéfica debido a que el municipio solo tendría que preocuparse por recolectar los residuos que se vayan a aprovechar por medio de infraestructura para tal fin, de manera que la carga administrativa para que dichas instalaciones operaran recaería en los actores privados.

Cabe mencionar que como los municipios están sujetos a los cambios y vaivenes políticos durante cada trienio y que muchas veces dejan de dar seguimiento a proyectos o programas que pierden su continuidad, se debe trabajar para institucionalizar la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos, de manera que esto no sea un punto flojo dentro de proyectos como el que se plantea a lo largo de este documento. Por otro lado, si el municipio no participará directamente en el aprovechamiento de RSU, Tianguistenco perdería la oportunidad de obtener los beneficios del reciclaje o manejo de RSU y RSO en forma de activos financieros.

Lo ideal es involucrar al sector privado en una parte y buscar la manera de institucionalizar el servicio de gestión y manejo de RSU para que tanto gobierno municipal como particulares saquen beneficios de las acciones que devengan del aprovechamiento de los residuos sólidos biodegradables. Finalmente, el fin de gestionar y manejar los RSU de esta manera recae en que la realización de los proyectos o programas sea más ágil con ayuda y participación del sector privado, al tiempo que disminuyan los costos que genera prestar los servicios de recolección, manejo y disposición final.

El PRORESOL otorgaría hasta el 50% del costo total del centro de lombricompostaje, debido a que el costo de las instalaciones no rebasa los \$2,000,000 MXN la sustentación para obtener dichos recursos recae en una justificación económica por etapa o módulo de manejo de RSO. Algunas de las ventajas de obtener el apoyo de dicho programa es que se puede crear una alianza público – privada que puede traer consigo bienestar social y medio ambiental, ya que se cumplirían con las normas mexicanas en materia de medio ambiente referentes al manejo de RSU y se volvería eficaz la prestación del servicio en Tianguistenco.

Si bien existen algunos criterios de elegibilidad bien vale la pena hacer el esfuerzo por gestionar los recursos del gobierno federal por medio de este programa, tal vez el reto más complejo consiste en pactar de manera precisa acciones y acuerdos entre los involucrados para que el programa opere con apoyo de particulares, sector público municipal y sociedad en general.

Conclusiones Finales

La forma en que se abordó el estudio sobre la inadecuada gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos desde los diversos sistemas que lo comprende: sociocultural, económico y biofísico permitió lograr una concepción completa de la misma, fue propicio que la propuesta se orientase hacia el fundamento teórico del Desarrollo Local Sostenible, principalmente por dos cuestiones; la primera, porque abordar un problema desde diferentes aspectos es más adecuado para conocer mejor la situación del caso de estudio y la segunda, el ámbito local es el espacio más próximo de actuación de los actores de dicha gestión, y por ende, el medio para incidir en la solución.

El análisis que hace la planeación territorial con apoyo de otras disciplinas respecto a la sostenibilidad de los espacios depende en mayor medida de la manera en que cada país, estado, municipio o localidad adquirió y percibió su propia idea de desarrollo tratando de acoplarla al concepto de “sostenible”, pues cada lugar geográfico – administrativo ha interrelacionado los diferentes fenómenos socio – territoriales de manera que estas acciones originan nuevas relaciones positivas y negativas con su entorno, adicionalmente las numerosas reseñas teóricas que hacen alusión a un desarrollo que no comprometa el futuro de las personas son fundamentales para las diferentes instancias internacionales y nacionales en materia sostenibilidad ambiental y así fortalecer diferentes programas, estrategias, planes y proyectos.

Por otro lado, la visualización de convenios de orden mundial como la agenda 2030 son ejemplo de la necesidad del desarrollo sostenible, no solo como una corriente teórica sino también como un proceso de cambio producido para unificar múltiples disciplinas en pro de la solución a problemáticas que existen en el mundo, mediante

acciones y estrategias que vinculan a instituciones, sector privado y sociedad cuyo futuro y sostén depende de su papel como agentes de cambio.

Las experiencias de manejo y gestión sostenible de residuos sólidos urbanos fueron un importante aporte respecto a aspectos referentes a fines programáticos, políticas públicas y cuestiones operativas entre otros, que fueron considerados en la propuesta; ya que en estas prácticas se visualizaron acciones para la gestión que tenían que ver en mayor medida con la administración de programas y por otro lado acciones dedicadas meramente al aspecto técnico operativo del manejo de residuos biodegradables, en estas prácticas se visualizaron acciones, limitantes, alcances e ideas fundamentales para adecuar propuestas y trabajos que fueron ajustados a las diversas realidades que existen en este país. Cabe resaltar que, aunque las experiencias documentadas en materia de RSO fueron pocas, la propuesta final del presente trabajo sentó parte de sus bases en la estructura de algunos de los proyectos previamente revisados.

Dada la revisión de diferentes metodologías para abordar el caso de estudio, se adecuó una metodología que permitió preparar una propuesta que involucra a los actores relacionados en la gestión de los residuos sólidos biodegradables; en donde ante la propuesta, el gobierno local tiene la decisión final que le dará o no seguimiento a la propuesta validándola en conjunto con los otros actores implicados.

Los ordenamientos jurídicos en materia medio ambiental que regulan aspectos importantes sobre los residuos sólidos urbanos sirvieron para visualizar alcances y limitantes que tienen los diferentes ámbitos socio – territoriales, de ahí que los municipios tienen la diligencia de atender las problemáticas que repercutan de manera negativa en su espacio, particularmente están obligados a darle un manejo integral a todos los RSU generados por las diferentes actividades humanas en sus territorios, sin embargo, la legislación actual no contempla ningún tipo de cooperación intermunicipal, municipal – estatal o municipal – federal, esto repercute de manera directa en la forma en que cada municipio y estado gestiona o maneja sus RSU, ya que la gran mayoría de municipios no cuenta con los recursos

financieros y técnicos suficientes para gestionar sus residuos sólidos de una manera adecuada o sostenible.

Si bien existen otras formas de gestionar los RSU municipales, una de las más adecuadas es prestar y controlar el servicio a través de gestores privados para facilitar las tareas de recolección, tratamiento y disposición final de dichos desechos, ya que así disminuyen los costos de inversión por concepto de brindar el servicio de gestión de residuos sólidos urbanos. Pero si se lleva a cabo de esta manera los municipios podrían dejar a un lado una oportunidad para obtener recursos financieros derivados de la gestión sostenible de RSU, que pueden servir en el desarrollo de otras tareas que beneficien no solo al medio ambiente, sino a la sociedad en general.

La legislación vigente sirve como referente legal – administrativo para los municipios en materia de residuos sólidos, ya que en ella se localizan estatutos que hacen alusión a la manera adecuada de gestionar algunos desechos mediante guías técnicas, criterios de calidad y medidas para prevenir riesgos. Adicionalmente a esto, la existencia de normas técnicas ambientales estatales fortalece el conocimiento en materia de gestión integral de RSU. La legislación a nivel municipal en Tlanguistenco es clara en lo que se refiere a la prestación del servicio de recolección de RSU, pero es necesario que se integre una parte administrativa que institucionalice la gestión de dichos desechos con fines programáticos que contribuyan al cuidado del medio ambiente.

Respecto al marco de planeación, cabe decir que los planes y programas más recientes en materia de planeación territorial de México fueron acoplados a la nueva Agenda 2030, de manera que se tienen implícitos estrategias y acciones de sostenibilidad en materia de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos de acuerdo a su nivel territorial, fortaleciendo no solo los acuerdos en materia ambiental con el extranjero sino con los ciudadanos de México, sin embargo, es necesario que las propuestas escritas sean ejecutadas por los gobiernos con hincapié en una planeación participativa donde personas o elementos que influyen en el espacio que

éstos gobiernan puedan contribuir de manera favorable al desarrollo local sostenible.

La caracterización del área de estudio en sistemas facilitó el análisis de los componentes de localización y la formulación del diagnóstico de la zona de estudio. Los principales aspectos sustanciales de Santiago Tianguistenco contribuyen a la orientación de los objetivos y estrategias de la propuesta del programa municipal de gestión de RSU con base a la metodología especializada.

El hecho de que Santiago Tianguistenco sea municipio que funge como núcleo o nodo dentro de la zona metropolitana de su mismo nombre de acuerdo a criterios de SEDATU, se concluye que Tianguistenco cumple con diferentes criterios de funcionalidad, accesibilidad y cercanía con otras dos zonas metropolitanas importantes que son la de Toluca y Ciudad de México, esto implica una oportunidad para lograr el objetivo de comerciar los productos de humus de lombriz en mercados ricos y bastos, pues estas zonas son algunas de las más grandes del país y con mayor crecimiento económico.

Tianguistenco es y seguirá siendo un municipio de carácter comercial, por su localización estratégica, por su infraestructura y comunicación, es un punto en el que las actividades del sector terciario tienen un importante papel dentro de los aspectos culturales y sociales de los habitantes del municipio y de la región, siendo este un espacio cultural, económica y territorialmente integrador.

La distribución de las actividades comerciales dentro del Tianguis municipal de días martes están bien definidas y tienden al crecimiento o expansión, ya que más de la mitad de la población del municipio vive cerca de la cabecera municipal, adicionalmente presenta conurbaciones importantes con otros municipios que convierten a este tianguis en un punto estratégico para las actividades de abasto de la población a nivel regional.

Con base al escenario tendencial, se concluye que, si el municipio no implementa acciones para gestionar sus RSU de manera adecuada, se comprometerá la salud humana, medio ambiente y recursos financieros en el tiempo en que se duplique la

población. Debido principalmente a dos aspectos; el crecimiento de las actividades comerciales y el aumento de la generación per cápita, adicionalmente cabe mencionar que el municipio no tendrá la solvencia económica para seguir gestionando sus RSU como lo ha hecho hasta ahora, de manera que el componente biofísico en zonas cercanas a localidades urbanas de Santiago Tianguistenco está en riesgo de ser alterado de manera irreparable, de tal suerte que es preciso definir estrategias y líneas de acción en materia de gestión de dichos residuos para que estos no degraden y afecten la sostenibilidad del municipio.

Es claro que Santiago Tianguistenco no solo requiere de una propuesta de gestión para los residuos generados en su Tianguis, sino que es preciso desarrollar una propuesta ejemplar que abarque la totalidad del municipio, por otro lado, la orografía de ciertos espacios municipales presenta grandes retos y dificultades, así como poca infraestructura carretera, entre otras cosas. Es importante que sean creados y aplicados programas, acciones o proyectos de manejo de RSU, pero con base al diagnóstico realizado conviene que se vayan tratando primero los residuos de menor complejidad físico – química, hasta llegar a los residuos de manejo especial, todo esto tomando en cuenta las características del territorio municipal, que de igual forma fijará como punto de inicio cabecera municipal hasta llegar a todas y cada una de las delegaciones de Santiago Tianguistenco.

La generación de residuos sólidos orgánicos en Santiago Tianguistenco, tiene sus puntos específicos que fueron colocados en el mapa 5 donde su distribución fue importante para facilitar la tarea de orientar los esfuerzos de la presente investigación, adicionalmente gracias a esta cartografía se muestreó las zonas generadoras más importantes para aplicar y conseguir parte de la metodología consistente en saber el peso aproximado de los RSO que se generan en dichos puntos. Respecto a la recolección solo cabe decir que es necesario aumentar el número de unidades con las que se cuentan actualmente para aumentar el porcentaje de cobertura del servicio a nivel municipal. Es evidente que el municipio necesita disponer la cantidad de RSU más baja que se pueda, para dar cumplimiento a lo que se plantea el desarrollo local sostenible.

Las recomendaciones planteadas toman en cuenta la situación actual de Tianguistenco con base al diagnóstico previo, eso permitió desarrollar un análisis FODA y escenarios para el diseño de las principales estrategias y líneas de acción, de las cuáles resulta factible que el municipio gestione sus residuos sólidos orgánicos, por fases; primero el Tianguis municipal, luego la cabecera municipal y al final la totalidad del municipio.

La propuesta de programa de gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos con lombricompostaje es la manera más adecuada de darle tratamiento a los residuos orgánicos del Tianguis y obtener activos financieros al mismo tiempo, ya que esta actividad representa una manera sencilla de darle tratamiento a dichos residuos porque los procesos son sencillos y requieren de poca infraestructura y equipamiento, a su vez se generan subproductos de calidad que pueden competir en precio con sus equivalentes químicos en el mercado.

El objetivo presentado para el programa de manejo de residuos sólidos orgánicos del Tianguis, es darle tratamiento a RSO de dicho espacio para que el municipio obtenga un beneficio en forma de activos financieros, sin embargo, cabe señalar que eso solo puede ser posible si se crea una alianza entre el sector público y privado, debido a que parte de la propuesta en la presente tesis así lo plantea y el programa para obtener recursos financieros lo plantea de esa forma, sin embargo, es posible construir otras propuestas que involucren en mayor o menor medida al sector público y social además de que la educación ambiental también debe de ser ampliamente distribuida para poder crear conciencia entre los habitantes, comerciantes, negocios y gente que vive el Tianguis.

En caso que se aplique la propuesta de proyecto, su permanencia dependerá en menor o mayor medida de tres factores: a) el control del programa en campo, b) la adecuada gestión del centro de lombricompostaje y por último c) la promoción y comercialización del producto final, ya que si no se institucionaliza el programa como se plantea en la propuesta se corre el riesgo de sufrir cambios con los vaivenes de los gobiernos en turno, por otro lado, si el centro de lombricompostaje opera y aplica técnicas equivocadas en los procesos de producción, el producto final será de

calidad dudosa e incluso contaminante. Es necesario contar con un infalible plan de marketing y comercialización, debido a que, aunque se posea un producto de alta calidad, ya que sin un mercado adecuado para su introducción los activos financieros y el proyecto en sí se verían comprometidos a tal punto de quebrar.

Respecto al centro de lombricompostaje, cabe decir que es necesario que cuente con las partes que se señalaron para su óptimo funcionamiento, si bien el coste de las instalaciones no es tan alto como el de otras instalaciones parecidas, es necesario que la fuente de financiamiento para su realización sea en un 50% municipal por medio de la federación y un 50% del sector privado interesado en esta clase de proyectos, ya que la fuente más adecuada es el programa PRORESOL.

Se sugiere de manera precisa que la administración del centro de compostaje este a cargo de un socio del sector privado y/o consejo consultivo integrado por representantes de cada uno de los agentes involucrados. La operación de las instalaciones puede ser con un 50% de personal de la empresa y/o organización social encargada de administrar las instalaciones y un 50% de personal del municipio, esta recomendación se debe a que muchas veces los vaivenes administrativos en los municipios tienden a desentenderse de políticas y programas anteriores, es por ello que se sugiere una cooperación de ambos sectores involucrados para darle fortaleza administrativa y política, de manera que el centro de compostaje opere continuamente sin importar el tipo de gobierno en turno.

Referencias

Alcaldía de Kiel. (2010). Ley de Residuos, Estatuto Sobre la Prevención y Eliminación de Residuos en la Ciudad de Kiel. Alemania. Estado Federado de Schleswig-Holstein

Alvarado Granados A., González Carmona E. & Díaz Cuenca E. (2012). Los componentes del sistema del manejo de agua en una cuenca rural: aproximación metodológica. México. CIGOME S.A de C.V.

Alvarado Granados A., González Carmona E. & Díaz Cuenca E. (2012). Factores de uso y manejo de las aguas residuales domésticas: metodología en construcción. México. CIGOME S.A de C.V.

Bembibre C. (2011). Definición ABC. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/residuos.php>

Biology Online Dictionary. (2019). Medio Biofísico. Recuperado de <https://biology-online.org/about/>

Carrasco, J. (2015). Análisis de Estadísticas del INEGI Sobre Residuos Sólidos Urbanos. Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía. INEGI

Contreras, J., Ochoa Arias A. y Pilonieta Blanco C. (2007). Del fracaso del desarrollo al desarrollo endógeno sustentable. Revista Venezolana de Gerencia, núm. enero-marzo, pp. 27-49.

Consejo Nacional de Población. (2003). La situación demográfica de México. México. Secretaría de Gobernación.

CCA. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 52 pp.
Comisión Europea. (2000). Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

CEPANAF. (2010). Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, Denominado "Otomí - Mexica" del Estado de México. México. Gobierno del Estado de México.

Cámara de Diputados. (2019). Plan Nacional de Desarrollo. México. Gaceta Parlamentaria.

Comisión Europea. (2000). Ejemplo de Buenas Prácticas de Compostaje y Recogida Selectiva de Residuos. Bruselas. Dirección General de Medio Ambiente.

Comisión Nacional del Agua. (2007) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México. CONAGUA

Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. (2018). Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023. Estado de México. Gobierno del Estado de México.

Céspedes, L. (2011). Residuos sólidos urbanos: un grave problema ambiental. México: Consultado en: <http://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/51/residuos-solidos-urbanos-un-grave-problema-ambiental>

8 Columnas. (2019). Crisis política en Tlanguistenco sería por conflicto de interés. México. de Tllocan a 8 Columnas

Congreso ALDIS-DIRSA. (3 – 5, octubre, 2007: Viña del Mar, Chile). Servicio Estatal Bávaro para el Medio Ambiente, GTZ.

Díaz Cuenca E. (2018). Planeación, Gobernanza y Sustentabilidad. México. Juan Pablos Editor.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Países Bajos: ONU

FAO. (2002). Agricultura Mundial: hacia los años 2015/2030 Informe Resumido. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>

FONADIN Fondo Nacional de Infraestructura. (2020). PRORESOL (Programa de Residuos Sólidos Municipales). Recuperado de <https://www.fonadin.gob.mx/productos-fonadin/programas-sectoriales/proresol/>

Galindo Garfias I. (s. f.). Interpretación e integración de la ley. Recuperado de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4162/2.pdf>

Gómez Gutiérrez C. (s. f.). El Desarrollo Sostenible: Conceptos Básicos, Alcance y Criterios para su Evaluación. La Habana. UNESCO.

Galvis González A. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. Revista Gestión y Región N° 22 (Julio-Diciembre de 2016); pp. 7-28

Hernández G. (2019). Se aplacan o se van, Legislatura a funcionarios de Tlanguistenco. México. Quadratín.

H. Congreso de la Unión (28 de enero de 1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. [Libro 5° de 1988]

H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. [Artículo 115]

H. Ayuntamiento de Tianguistenco. (2018). Plan de Desarrollo Municipal de Tianguistenco 2016 – 2018. Santiago Tianguistenco. H. Ayuntamiento de Tianguistenco.

H. Congreso de la Unión. (2007). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México. McGraw-Hill Interamericana.

H. Congreso del Estado de México. (2008). Código para la Biodiversidad del Estado de México. Estado de México. Gaceta de Gobierno.

H. Congreso de la Unión. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013

H. Ayuntamiento de Tianguistenco. (2018). Bando Municipal de Tianguistenco. Santiago Tianguistenco. H. Ayuntamiento de Tianguistenco.

H. Ayuntamiento de Tianguistenco, comunicación personal, 16 de octubre del 2018

IAPEM Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C. (2017). Premio a la Gestión Municipal 2017. Toluca de Lerdo, Estado de México. IAPEM.

INEGI. (2015). Encuesta Nacional de Ocupación y empleo. Indicadores estratégicos. México. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

Jiménez Martínez N. (Marzo, 2017). El Residuo: Producto Urbano, Asunto de Intervención Pública y Objeto de la Gestión Integral. Cultura y Representaciones Sociales, Año 11, núm. 22, Páginas 158 - 192.

Kalimo E. (1984). El crecimiento de la población mundial. México. Comercio Exterior.

López de Juambelz R. (Octubre, 1990). El Impacto de los Desechos Sólidos en el Medio. Ciencias, Vol. 20, pp. 37-41

Manrique López A. (2016). Gestión y diseño: Convergencia disciplinar. *Pensamiento y Gestión*, Número 40, 131 – 135. DOI: <http://dx.doi.org/10.14482/pege.40.8808>

Morales Pérez M. (Julio - Diciembre, 2006). El desarrollo local sostenible. Economía y Desarrollo, vol. 140, pp. 60-71.

Nelles M. (2017). Disposición de Fracciones de Residuos Biogénicos en la República Popular de China. Alemania. Revista de comercio de residuos y gestión de recursos

Nersa Cárdenas. (2002). El desarrollo local su conceptualización y procesos. Venezuela. Universidad de los Andes.

ONU. (2018). Guía metodológica: planificación para la implementación de la Agenda 2030 en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Santiago. CEPAL.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2016). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. DOF.

Poder Ejecutivo del Estado de México. (2006). Normas Técnicas Estatales Ambientales. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre Y Soberano de México. Gaceta del Gobierno.

Rodríguez Cuevas E. (2017). Premio IAPEM a la Gestión Municipal 2017. Toluca de Lerdo. Estado de México. Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C.

Rodríguez Díaz S. (2012). Consumismo y Sociedad: Una Visión Crítica del Homo Consumens. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas, Vol. 34, pp. 2-20.

Real Academia Española Diccionario. (2020). Desecho, residuo & basura. Recuperado de <https://dle.rae.es/>

Real, G. (2016). Residuos y Sostenibilidad. El Modelo Europeo. México. UAEMéx

SMA Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. (2015). Manual General de Organización de la Secretaría del Medio Ambiente. Toluca de Lerdo. Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Say Cháman A. (1999). Manejo de la Basura y su Clasificación. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.

SEMARNAT. (2011). Manual del Módulo Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos. México. SEMARNAT.

SEMARNAT. (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Ciudad de México. Impresos Santiago S. A. de C. V.

SEMARNAT. (2005). Suelos. México. SEMARNAT.

Sforzi F. (2007). Del distrito industrial al desarrollo local. Università di Parma. Università di Parma.

Ucha F. (2012). Definición ABC. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/social/desechos.php>

Velázquez Morales I. (1999). Tianguistenco Monografía Municipal. México. Instituto Mexiquense de Cultura.

Wehenpohl G. & Hernández P. (2006). Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. México. GTZ.

Anexos

Anexo Documental

Entrevista

Respecto a cómo ha sido la gestión en administraciones anteriores, en una entrevista con el *Ing. Sergio Daniel Ortiz Puentes* quien fungió como jefe del departamento de servicios públicos durante la administración 2015 – 2018, se indago sobre como gestiono la administración anterior, las cuestiones relacionadas con los residuos sólidos urbanos, inicialmente el ingeniero comento que para poder realizar cualquier tipo de programa o proyecto referente a la recuperación o separación de residuos sólidos se debe de contar con la maquinaria, el equipo y las herramientas necesarias porque aunque cuenten con el capital humano si no se cuentan con las condiciones antes señaladas sería muy difícil que se pueda hacer algo al respecto. Menciono que en Tianguistenco no contaban con compactadoras para residuos orgánicos e inorgánicos particularmente, pese a que durante su administración tuvieron 7 compactadoras en función, solo se quedaron 5 y en muy mal estado, comento que esa cuestión es también un problema grave, ya que significa tener un parque vehicular tan obsoleto que complica cualquier intento para llevar acabo cualquier tipo de separación.

Respecto al manejo de residuos sólidos que generaba Tianguistenco, el ingeniero menciono que todo se lleva a una zona de transferencia de residuos sólidos ubicada en el “paraje de Yolotzingo” perteneciente a San Lorenzo Huehuetitlán, a donde

llegan las góndolas que transferirán dichos residuos a su disposición final en Xonacatlán, ahí mismo colaboran pepenadores quienes hacen la recolección de todo el PET, aluminio, cartón, etc. Pero eso es externo, ya que el ayuntamiento no se involucra directamente con lo que recuperan los pepenadores y lo que se obtiene del reciclaje de tales desechos, los pepenadores se organizan de manera autónoma, ya que todo lo que recuperan es para ellos, de ese reciclaje el ingeniero comento que consiguen aislar una cantidad considerable de desechos reciclables por cada uno de los grupos que hay, había tres grupos hasta el año 2018, actualmente el ingeniero desconoce si se siguen manteniendo o hay más grupos, pero menciono que entre esos 3 grupos sacaban aproximadamente entre 300 o 400 kilos de PET al día más aparte lo que sacaban de los compactadores y que ellos iban recuperando que igual era más o menos la misma cantidad. De los residuos que reciclaban el ingeniero menciono que en su mayoría era PET, cartón, aluminio y algunas bolsas de diálisis de origen casero, ya que las que provienen de los hospitales son recolectados por una empresa que se dedica a gestionar algunos de sus residuos, una vez pepenada la basura, lo que ya no se recupera se sube a las góndolas para que finalmente se envíe a Xonacatlán ya que ahí está el relleno sanitario a dónde van los residuos de Tianguistenco.

Las cuestiones antes mencionadas no se encuentran en el Plan de Desarrollo Municipal de Tianguistenco 2016 – 2018, respecto a la gestión de recursos para realizar algún programa el ingeniero comento que en su momento se intentó hacer la gestión de un programa para bajar recolectores, pero menciono que como son proyectos a largo plazo, estos proyectos muchas veces se quedan atorados entre los muchos filtros que hay, no obstante dijo que casi cualquier tipo de proyecto requiere de la implementación de un programa, de los muchos requisitos que impidieron la gestión de recursos en materia de residuos sólidos, el ingeniero menciono el número de habitantes del municipio, y que pese a sus intentos no consiguió ningún tipo de apoyo y por eso es que no se manejó un programa en específico.

Comento que las cosas han cambiado mucho respecto a la gestión de recursos, además que en materia administrativa el Gobierno del Estado de México ya ha regionalizado todos los tiraderos de tal suerte que todos los municipios en la parte del manejo de RSU ya tienen un lugar en específico a donde ir a tirar sus residuos, por ejemplo, a Santiago Tianguistenco le toca tirar su basura en Tenango del Valle, pero el problema continua debido a que no da abasto, principalmente porque en Tianguistenco se generan poco más de 80 o 100 toneladas diarias de basura y los martes de 100 a 120 toneladas y que significan 3 góndolas diarias con un peso de entre 28 a 33 toneladas por góndola que se transfiere, lo que repercute también en sus localidades del municipio a quienes no se les alcanza a brindar el servicio de recolección de residuos sólidos, adicionalmente a la problemática de los compactadores obsoletos.

Respecto a las estimaciones de cuánto gasta el municipio en el proceso de gestión de sus residuos sólidos urbanos el ingeniero comento que, durante su administración lo manejaban mensualmente, la empresa que se llevaba la basura a el relleno sanitario de Xonacatlán cobraba por flete y por peso, el coste aproximado era de 500,000 pesos por flete y 500,000 pesos por peso entonces gastaba la administración pasada poco más de 1,000,000 de pesos mensual por llevarse la basura, obviamente basura de todo el municipio e incluso de personas de otros municipios que vienen a tirarla aquí y que provienen de otros municipios, esto debido a que tener un tianguis como el de Tianguistenco, los días martes en la cabecera municipal, no es rentable para el municipio, ya que paga más en el manejo de su basura, que lo que genera de ganancias, tal vez mucha gente sabe pero no se quiere dar cuenta, y bueno esa es la situación que se ha manejado en Tianguistenco.

Actualmente 2019 el municipio de Tianguistenco arranco con una nueva administración la cual ha tenido muchos problemas de gobernabilidad y una enorme crisis política que emana aparentemente de un conflicto de interés por parte de la Sexta Regidora, y el tesorero, ambos personajes han sido identificados como los responsables de la debacle política y administrativa que tiene en jaque al gobierno

de Tianguistenco, y donde el mayor riesgo es que se deje de atender a la ciudadanía con obras y servicios (8 Columnas, 2019).

Se corrobora que ellos son los orquestadores de la serie de denuncias entre los integrantes del cabildo, conflicto en el que ciegamente se han involucrado el resto de regidores, quienes sin darse cuenta hubieran podido ser culpados por los ilícitos que estaban a punto de realizar la regidora y el tesorero, quienes pretendían saquear al municipio, comenzando con la adquisición de inmuebles particulares y cobro de impuestos a la empresa Mercedes Benz que luego se adjudicaría el tesorero, todo esto con posibles sanciones emergidas desde la Legislatura local (8 Columnas, 2019).

Sin embargo, fueron descubiertos por el alcalde, Alfredo Baltazar, en medio de esto y en voz del Contralor del Poder Legislativo, Victorino Barrios Dávalos, dijo que el alcalde no ha puesto denuncias en contra de los regidores, pero los ciudadanos si en contra se los regidores y el síndico (8 Columnas, 2019).

De seguir los problemas en Santiago Tianguistenco, los integrantes del Cabildo corren el riesgo de enfrentar la suspensión o revocación de mandato, el contralor del Congreso local, Victoriano Barrios Dávalos lanzó la advertencia derivado de que persiste la crisis política en dicha demarcación. Reportó que al momento tiene en su escritorio 50 denuncias en contra del alcalde Alfredo Baltazar, pero también hacia la síndico y regidores de dicha demarcación (Hernández, 2019).

Anexo Legal

Reglamento para el Programa de Lombri – Compostaje

La propuesta de programa debe de estar acompañada de un reglamento sobre los procedimientos necesarios para su realización e incorporar adecuaciones en el Bando Municipal, para que este refleje la gestión y manejo como partes medulares de dicho programa, de tal manera que se alcancen los objetivos que se plantearon en el presente trabajo.

Capítulo I

Disposiciones Generales

Artículo 1.- El presente reglamento es de orden público y de observancia para todos aquellos comerciantes, ciudadanos y/o transeúntes que lleven a cabo actividades de compra – venta de bienes y servicios en el Tianguis de días martes en la cabecera municipal. El reglamento tiene como objeto regular la recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos generados los días martes en el Tianguis de la cabecera municipal.

Artículo 2.- El manejo separado y recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos para la operación del programa estará a cargo de la Dirección de Servicios Públicos.

Artículo 3.- El tratamiento de los residuos sólidos orgánicos por medio de lombrí – compostaje, puede o no estar a cargo de un socio del sector social o privado quien se encargará de la administración del centro de lombrí compostaje, siempre y cuando el socio acepte los términos y condiciones que convengan al municipio.

Artículo 4.- En caso de que el municipio decida llevar por sí mismo el cien por ciento de la gestión de los residuos sólidos orgánicos generados en el Tianguis, las funciones del socio del sector privado pasan a ser del municipio de Tianguistenco, quien nombrara al personal preciso en la diligencia de administrar el centro de lombrí – compostaje. Se debe de tomar en cuenta la estructura administrativa sugerida.

Artículo 5.- La Dirección de Servicios Públicos para el adecuado funcionamiento del programa de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos del Tianguis, deberá coordinar la colaboración de los vecinos y comerciantes de la cabecera municipal de Tianguistenco, cuya ubicación sea cerca de los puntos generadores establecidos en el programa para días martes de Tianguis.

Capítulo II

De la Prestación del Servicio de Separación, Recolección, Traslado y Tratamiento

Artículo 9.- El tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de origen vegetal recolectados puede llevarlo a cabo el municipio, sin embargo, este puede ser concesionado a una empresa socia del sector social o privado para mejorar la calidad del servicio.

Artículo 10.- El H. Ayuntamiento de Tianguistenco a través de la Dirección de Servicios Públicos, en específico el Área de Limpia supervisarán la operación de los depósitos de residuos biodegradables en los términos antes descritos.

Capítulo III

De las Prohibiciones

Artículo 14.- Queda prohibido:

- I. Arrojar fuera de los contenedores los residuos vegetales compostables
- II. Depositar o acumular desechos que no correspondan a orgánicos de origen vegetal
- III. Extraer de los contenedores los residuos sólidos que contengan
- IV. Establecer depósitos de RSO de origen vegetal en lugares no autorizados
- V. Todo acto u omisión que contribuya al inadecuado desarrollo de las actividades y/o fines del programa de separación y recolección selectiva que impida las actividades del personal del Área de Limpia.

Capítulo V

De las Sanciones

Artículo 15.- El H. Ayuntamiento Constitucional, a través de la Dirección de Servicios Públicos y en los términos de este capítulo, sancionara a quienes resulten responsables de las infracciones al presente reglamento. La imposición

y cumplimiento de las sanciones no eximirá al infractor de corregir las irregularidades en que haya incurrido.

Artículo 16.- Toda infracción al presente reglamento motivará el levantamiento de una acta circunstanciada por el personal de la Dirección de Servicios Públicos, en caso de incurrir nuevamente con la infracción será motivo para someter al infractor a un procedimiento administrativo el cual será levantado por el personal debidamente acreditado el cuál procederá al llenado del acta y demás complementos del procedimiento, para inmediatamente después de su notificación el infractor argumente lo que a su interés convenga ante la misma dirección. El acta de infracción se turnará inmediatamente al Secretario de Gobierno Municipal, para que determine la sanción procedente.

Artículo 17.- El incumplimiento de lo preceptuado en este reglamento se sancionará con una multa equivalente de 10 a 180 días de salario mínimo vigente. Si el infractor fuese jornalero, obrero o trabajador, no podrá ser sancionado con multa mayor al importe de su jornal o salario de un día.

Artículo 18.- En caso de reincidencia se aplicará hasta el doble del máximo de la sanción correspondiente. Para los efectos de este reglamento se considera reincidente a aquella persona que, habiendo sido sancionada por cometer una infracción al mismo, viole nuevamente la misma disposición en el transcurso de un año.

Anexo Fotográfico



Foto Número 1 “Basura en Sitio de Transferencia Yolotzingo”, Delegación San Lorenzo Huehuetitlán, Municipio de Santiago Tlanguistenco, 10 de octubre del 2019



Foto Número 2 “Trabajadores en Sitio de Transferencia Yolotzingo”, Delegación San Lorenzo Huehuetitlán, Municipio de Santiago Tianguistenco, 10 de octubre del 2019



Foto Número 3 “Pila de Residuos Sólidos Urbanos en Sitio de Transferencia Yolotzingo”, Delegación San Lorenzo Huehuetitlán, Municipio de Santiago Tianguistenco, 10 de octubre del 2019



Foto Número 4 “Góndola Transportadoras en Sitio de Transferencia Yolotzingo”, Delegación San Lorenzo Huehuetitlán, Municipio de Santiago Tianguistenco, 10 de octubre del 2019



Foto Número 5 “Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos en Sitio de Transferencia Yolotzingo”, Delegación San Lorenzo Huehuetitlán, Municipio de Santiago Tianguistenco, 10 de octubre del 2019