



*Universidad Autónoma del Estado de México*

*Facultad de Planeación Urbana y Regional*

**PROYECTO PARA EL MANEJO INTEGRAL  
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL  
Y PELIGROSOS EN SAN MIGUEL ALMAYA, MÉXICO.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

**JARET GONZÁLEZ GONZÁLEZ**

DIRECTORA DE TESIS:

**M. EN D.M. ELIZABETH DÍAZ CUENCA**



Toluca de Lerdo, Estado de México; Agosto del 2018.

Los residuos siempre existieron, pero su presencia en tanto problema ambiental es un fenómeno reciente.  
[...] “la problemática de la basura” aparece como uno de los emblemas más significativos de la civilización contemporánea.

Mauricio Guzmán y Carmen Macías.

## Índice

	Pág.
<b>Introducción</b>	
<b>Capítulo 1. Los Residuos Sólidos Urbanos en el Desarrollo Local Sustentable</b>	1
1.1 Problemática de los residuos sólidos en el ambiente	1
1.2 Conceptos entorno a los residuos sólidos	2
1.2.1 Definición y tipos de residuos sólidos	2
1.2.2 Gestión Integral de Residuos versus Manejo Integral de Residuos	5
1.3 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en el contexto del Desarrollo Local Sustentable	6
1.3.1 Principios del Desarrollo Local Sustentable	6
1.3.2 Dimensiones del Desarrollo Local Sustentable	9
1.4 Metodología para la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos	11
<b>Capítulo 2. La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México</b>	14
2.1 Experiencias Internacionales de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos	14
2.2 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México	18
2.3 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en el Estado de México	21
<b>Capítulo 3. Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en México</b>	24
3.1 Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en México	24
3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	25
3.1.2 Agenda 21	25
3.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	26
3.2 Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en el Estado de México	27
3.2.1 Código de Biodiversidad del Estado de México	27
3.2.2 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006	29
3.2.3 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-010-SMA-RS-2008	30
3.2.4 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011	31
<b>Capítulo 4. Situación del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en San Miguel Almaya</b>	32

4.1	Caracterización del área de estudio	32
4.1.1	Subsistema biofísico	34
4.1.2	Subsistema cultural	36
4.1.3	Subsistema económico-social	37
4.1.4	Subsistema político-administrativo	39
4.2	Diagnóstico del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos	41
4.2.1	Metodología para indagar el manejo de Residuos Sólidos Urbanos	41
4.2.2	Etapas del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos	43
	a) Generación y composición	43
	b) Recolección y transporte	48
	c) Tratamiento	50
	d) Transferencia	50
	e) Disposición final	50
4.3	Criterios para la propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en San Miguel Almaya	51
<b>Capítulo 5. Proyecto para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial, y Peligrosos en San Miguel Almaya</b>		53
5.1	Objetivos del proyecto	53
5.2	Estrategias básicas	54
5.3	Funcionamiento general del sistema de manejo	54
5.4	Estrategias de Manejo Integral de los Residuos Sólidos	56
5.4.1	Prevención de la generación	56
5.4.2	Separación primaria de residuos	61
5.4.3	Barrido	63
5.4.4	Recolección y transporte	63
5.4.5	Transferencia y tratamiento	66
5.4.6	Disposición final	72
5.5	Otras operaciones y medidas	73
5.6	Reaprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos	73
5.7	Estrategias para servicios generales	74
5.8	Monitoreo	75
5.9	Revisión y actualización	75
Bibliografía citada		77
<b>Conclusiones</b>		89
<b>Anexo estadístico</b>		96
<b>Anexo cartográfico</b>		97
<b>Anexo fotográfico</b>		103

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación y separación de residuos	4
Tabla 2. Usos de suelo en San Miguel Almaya	35
Tabla 3. Composición diaria de los Residuos Sólidos Urbanos de Almaya	44
Tabla 4. Generación de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial en Almaya	45
Tabla 5. Estimación de la generación de Residuos Sólidos Urbanos en Almaya	46
Tabla 6. Fuentes generadoras de residuos sólidos	61
Tabla 7. Colores para la separación primaria de residuos	62
Tabla 8. Tratamientos tentativos para el Manejo de los residuos	66
Tabla 9. Colores para la separación secundaria de residuos	69
Tabla 10. Empresas recicladoras/tratadoras de subproductos	70
Tabla 11. Empresas tratadoras de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial	71
Tabla 12. Empresas proveedoras de hornos incineradores de residuos	72

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Manejo diferenciado de Residuos Sólidos Urbanos	6
Figura 2. Surgimiento conceptual del Desarrollo Local Sustentable	7
Figura 3. Flujograma de la metodología general	13
Figura 4. Croquis de localización de San Miguel Almaya	34
Figura 5. Mapa topográfico de San Miguel Almaya	34
Figura 6. Glifo de Almaya	36
Figura 7. Crecimiento demográfico de Almaya	38
Figura 8. Organigrama de la Delegación Municipal de Almaya	40
Figura 9. Composición porcentual de los Residuos Sólidos Urbanos de Almaya	44
Figura 10. Estimación del crecimiento demográfico y de la generación de Residuos Sólidos Urbanos en Almaya	46
Figura 11. Mapa de sitios contaminados con Residuos Sólidos Urbanos en Almaya	51
Figura 12. Funcionamiento del sistema de manejo de Residuos Sólidos Urbanos de Almaya	55
Figura 13. Mapa de ubicación de contenedores públicos de residuos	64
Figura 14. Mapa de división de San Miguel Almaya por secciones	65
Figura 15. Tratamientos de residuos	66
Figura 16. Mapa de ubicación tentativa del complejo para el manejo de residuos	67
Figura 17. Cama compostera	68
Figura 18. Compostero casero	68
Figura 19. Contenedor de uso médico para residuos punzocortantes	71

## Introducción

La forma de manejo de Residuos Sólidos Urbanos en México ha generado impactos negativos al ambiente, San Miguel Almaya es una de tantas localidades del país que experimenta las consecuencias del manejo inadecuado; tales como la visión escénica desagradable por presencia de residuos sólidos sobre la vía pública, contaminación del suelo por lixiviados, dispersión de la contaminación por el arrastre de los residuos que se depositan a “cielo abierto” debido a los procesos del ciclo hidrológico presente en la zona, insalubridad para la población local, pues los residuos incluyen Residuos Peligrosos, de Manejo Especial, componentes químicos que tienen la capacidad de generar enfermedades a los habitantes, entre otros; además, el sistema de manejo que opera en la localidad, impide el aprovechamiento de ciertos residuos susceptibles de comercialización, aunado a ello, los sitios de disposición atraen fauna nociva y generan malos olores. Dichos efectos se podrían erradicar o disminuir si se llevase a cabo un Manejo Integral de Residuos Sólidos.

A pesar de que la legislación en materia de residuos establece que el gobierno municipal es el encargado de la Gestión de los residuos, las relaciones administrativas de Almaya con su gobierno municipal son inertes, debido en parte a que la localidad está considerada como indígena, lo cual le otorga autonomía legal en sus formas de regirse, es decir que, Almaya tiene una organización propia basada en una Asamblea Comunal, la cual se encarga de la toma de decisiones de interés público. Esta autonomía ha sido tomada por el gobierno municipal como un motivo para no intervenir en el desarrollo de la población. Por eso se vuelve necesario el establecimiento de sistemas de autogestión que involucren a la población local más que a la administración municipal, pues implementar un sistema de Gestión de residuos impuesto por el gobierno municipal sería incurrir en una falta contra la organización cultural de la localidad, algo que iría en contra de los principios del Desarrollo Local Sustentable.

En aras del desarrollo local, se busca que la comunidad tenga opciones de ingresos basadas en el aprovechamiento de sus residuos sólidos como materias

primas de recuperación. Realizar un Manejo Integral de los residuos brindaría la oportunidad de valorizarlos para obtener remuneraciones económicas, a partir de la implementación de una Estación de Transferencia de Residuos Sólidos, lo cual contribuiría al desarrollo local dotando a los habitantes de mejores condiciones de vida a mediano plazo.

Así, la presente investigación pretende, como objetivo general, elaborar una propuesta para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de San Miguel Almaya, a partir de un diagnóstico de dicha comunidad bajo la visión del Enfoque Sistémico, apoyada del Desarrollo Local Sustentable.

### **Objetivos específicos**

- Definir un marco conceptual sobre la gestión y el manejo de residuos sólidos urbanos para precisar los términos utilizados en la investigación.
- Documentar casos de gestión y manejo de residuos en diferentes escalas geográfico-administrativas a fin de conocer los avances y los éxitos en el tema.
- Revisar los instrumentos de legislación y normatividad, tanto nacionales como estatales, en materia de ambiente y residuos, para conocer sus disposiciones.
- Describir la localidad de San Miguel Almaya mediante el Enfoque Sistémico, con el propósito de conocer su funcionamiento interno e identificar sus oportunidades y sus deficiencias
- Describir la gestión y el manejo de los residuos generados por la localidad, a fin de conocer su cantidad y composición para proponer formas de aprovechamiento.
- Diagnosticar el manejo actual de los residuos sólidos de la comunidad.
- Diseñar un sistema de manejo de residuos con base en los términos de referencia que establece la Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, que responda a las demandas de las condiciones físicas y culturales particulares de la localidad.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las características que se deben considerar para diseñar una propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en San Miguel Almaya, que contribuya a su desarrollo sustentable?

Para responder esta pregunta, se requieren conocimiento sobre Residuos Sólidos, de Desarrollo Local Sustentable y del Enfoque Sistémico.

El capítulo 1 trata la parte teórica de los residuos, en él se definen los residuos sólidos, su clasificación, el Desarrollo Local Sustentable, así como los conceptos de Gestión y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

El capítulo 2 documenta las experiencias en la Gestión y el Manejo de los residuos en distintos niveles geográfico-administrativos, para mostrar el éxito, las deficiencias, las necesidades, los avances, las perspectivas a futuro, las posibilidades de mejoría, entre otros.

Por su parte, el capítulo 3 reúne los aspectos jurídicos del tema. Documentos como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Código de Biodiversidad del Estado de México, entre otros, son revisados para conocer sus disposiciones.

El capítulo 4 emplea el proceso de planeación estratégica: caracterización, diagnóstico, prospectiva, en combinación con el Enfoque Sistémico para describir a San Miguel Almaya, la localidad de estudio. Es producto de la recopilación de información plasmada en algunos estudios e investigaciones sobre esta localidad, para contrastarla con el presente a fin de actualizarla. De igual manera se muestra la Gestión-Manejo de sus residuos; contiene su generación, caracterización y la descripción de los métodos por los cuáles fueron obtenidas.

Por último, el capítulo 5 contiene la propuesta de Manejo de Residuos Sólidos para la localidad de estudio, en aras de un manejo completo en todas sus etapas; se exponen las medidas para disminuir la generación, las consideraciones para la recolección, la infraestructura necesaria, los tratamientos y, las empresas de reciclaje a las que han de ser transferidos. Esta propuesta fue formulada siguiendo los términos de referencia establecidos en la Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, aunque se decidió que no todos los contenidos eran necesarios para la escala local, así, se eligieron sólo los más esenciales para el caso.

## Capítulo 1. Los Residuos Sólidos Urbanos en el Desarrollo Local Sustentable

### 1.1 Problemática de los residuos sólidos en el ambiente

El desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos a través de la globalización de los medios de comunicación, conllevan al aumento continuo del consumo debido a la visión de los estilos de vida materialistas de grupos sociales acaudalados que influencia de manera global las actitudes y los patrones de consumo del resto de la población. Este aumento del consumo ha impactado significativamente tanto el volumen como la composición de los residuos producidos por las sociedades del mundo, sobre todo para las zonas urbanas (Aguirre, 2012; SEMARNAT, 2012; Thoresen, 2010).

Vivir en el mundo contemporáneo implica producir basura [...] no sólo se trata de cambios en las formas de producir, sino en las formas de consumir [...] “la problemática de la basura” aparece como uno de los emblemas más significativos de la civilización contemporánea en la mayor parte de los países (Guzmán y Macías, 2012, p. 239).

En México, el promedio nacional de generación de residuos se incrementó de 0.718 kg per cápita al día en 1987 a 0.853 kg en 1998; la menor generación corresponde a zonas semirurales o rurales, mientras que la mayor corresponde a las zonas metropolitanas o urbanas. En 2007, se estimaba la generación de Residuos Sólidos Urbanos del Estado de México en 1.046 kilogramos per cápita al día, más de 6 314 000 de toneladas anuales (Aguirre, 2012; Gaceta del Gobierno, 2009 a).

Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos son negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales, pues la basura implica la asociación de sustancias que alteran la calidad de recursos vitales para la sobrevivencia de los seres vivos, como el suelo o el agua (SEMARNAT, 2012; Guzmán y Macías, 2012).

En México los residuos sólidos tienen su final en el suelo, ya sea en rellenos sanitarios, en tiraderos no controlados o en *cielo abierto*; provocando problemas biofísicos, económicos y sociales, pues la contaminación que generan aumenta

el riesgo de enfermedades, ya que atraen y desarrollan fauna nociva (aves, mamíferos, insectos), transmisora de enfermedades peligrosas como tifus murino, salmonelosis, cólera, amebiasis, disentería, dengue, fiebre amarilla; enfermedades gastrointestinales, micóticas, respiratorias, entre otras, estas últimas causadas por las partículas tóxicas emanadas (SEMARNAT, 2012).

Los residuos constituyen una fuente de suciedad en áreas urbanas, deterioran la imagen del espacio (algo especialmente perjudicial en los destinos turísticos), generan malestar entre la población ante la localización de vertederos, así como conflictos entre la sociedad y los gobiernos, al carecer de la capacidad para su manejo. Como problema ambiental, durante su descomposición desprenden gases que resultan inconvenientes por los olores que emanan, por su toxicidad o por su explosividad; de estos, los gases de efecto invernadero contribuyen al cambio climático global. Productos como el unicel, los aerosoles, algunas pinturas, plaguicidas, refrigerantes y calefactores, emplean sustancias agotadoras del ozono que, liberadas a la atmósfera, contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono. De igual forma, los residuos en contacto con agua generan lixiviados (jugos de la basura), estos escurren fuera de los sitios de depósito, contaminando tanto los suelos como los cuerpos de agua, representando un riesgo para la salud de los seres vivos (Aguirre, 2012).

Los principales retos para un mejor control de los desechos sólidos son: disminuir el indicador per cápita de desechos urbanos diarios, fomentar la cultura de separación de basura, y aumentar el reciclaje de residuos valorizables.

Los impactos mencionados, ya sean al ambiente o a la sociedad, generan la necesidad de diseñar estrategias encaminadas a evitar la contaminación a nuestro planeta.

## **1.2 Conceptos entorno a los residuos sólidos**

Para precisar los conceptos que se usan entorno a los Residuos Sólidos Urbanos, se citan a continuación las definiciones respectivas sobre Gestión, Manejo, clasificación, entre otras.

### **1.2.1 Definición y tipos de residuos sólidos**

Un residuo es cualquier material o producto, cuyo propietario o poseedor desecha; generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación,

producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; puede encontrarse en estado líquido, sólido o gaseoso, contenido en recipientes o depósitos, y puede ser susceptible de ser valorizado, o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final (Diario Oficial de la Federación, 2015 a; Diario Oficial de la Federación, 2015 b; Gaceta del Gobierno, 2011).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) clasifica a los residuos sólidos en tres órdenes principales: Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Peligrosos y Residuos de Manejo Especial (Diario Oficial de la Federación, 2015 b; Gaceta del Gobierno, 2009 a).

- **Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** son los generados en las casas habitación; resultan 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.
- **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.
- **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.

En este punto es necesario definir los conceptos de separación primaria y separación secundaria. La primera se refiere a la separación tanto de RSU como

de RME en orgánicos e inorgánicos, mientras, la segunda se refiere a separarlos para valorizarlos individualmente (Diario Oficial de la Federación, 2015 b). La tabla 1 presenta una clasificación de RSU basada en las disposiciones de la LGPGIR y el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR), con algunas modificaciones.

Tabla 1. Clasificación y separación de residuos			
Clasificación	Subclasificación/ separación primaria	Separación secundaria	
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	Tratable	Residuos de jardinería
			Trapo
			Papel y cartón
			Cuero y hueso
			Fibra dura vegetal y madera
			Residuo fino
			Residuos alimenticios
		No tratable	Envase de cartón encerado
			Algodón
			Pañal desechable
	Inorgánicos	Reciclable	Lata
			Material ferroso
			Material no ferroso
			Plástico rígido
			Poliuretano
			Poliestireno expandido
			Vidrio de color
			Vidrio transparente
			Plástico de película
			No reciclable
Hule			
Loza y cerámica			
Material de construcción			
Fuente: Elaboración propia con base en Diario Oficial de la Federación, 2015 b; Gaceta del Gobierno, 2009.			

Bajo esta clasificación de conceptos, se pueden derivar una serie de subclasificaciones alternativas, sin embargo, ésta sirve para tomar las estadísticas que en diversas fuentes gubernamentales se dan a conocer.

### **1.2.2 Gestión Integral de Residuos versus Manejo Integral de Residuos**

Una vez identificados los RSU, se procede a definir los conceptos de Gestión y Manejo de Residuos.

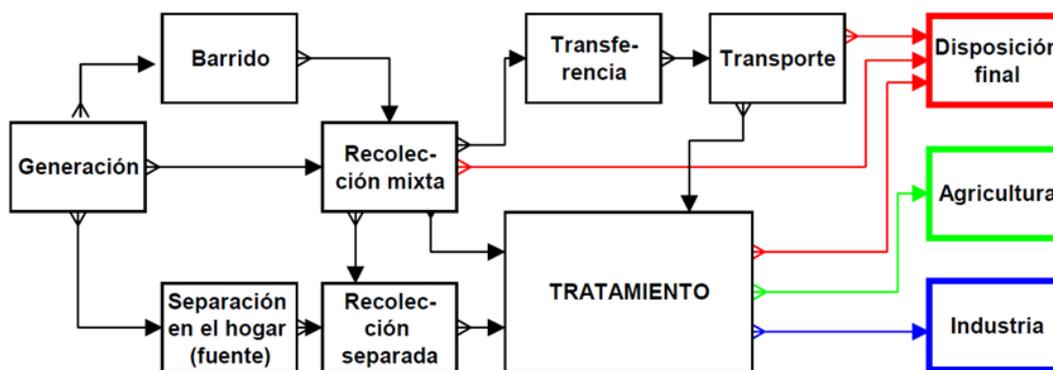
La **Gestión Integral de Residuos** es un conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios tanto ambientales como de optimización económica en su manejo, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (Diario Oficial de la Federación, 2015 b; Gaceta del Gobierno, 2011).

El **Manejo Integral de Residuos** 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 (Diario Oficial de la Federación, 2015 b).

Es importante señalar que a veces estos conceptos pueden confundirse como sinónimos, sin embargo, la Gestión es un proceso mucho más amplio que el Manejo, de modo que éste último es parte del primero. En la práctica son una dupla, pues no pueden llevarse a cabo el uno sin el otro. Pese a lo anterior, pueden tomarse por separado para hacer planes individuales, más amplio en el caso de la gestión, o más específico en el caso del manejo.

El siguiente diagrama muestra el Manejo Diferenciado de Residuos, que consta de cinco etapas (generación, recolección, transporte, transferencia, disposición final) y otros procesos complementarios (separación en el origen, barrido, tratamiento).

Figura 1. Manejo diferenciado de Residuos Sólidos Urbanos.



Fuente: SEMARNAT, 2006, p. 16.

Teniendo claros estos conceptos, se puede proceder a comentar la situación en el avance de la aplicación de cada concepto a distintos niveles geográficos-administrativos.

### 1.3 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en el contexto del Desarrollo Local Sustentable

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.

#### 1.3.1 Principios del Desarrollo Local Sustentable

El concepto de Desarrollo Local Sustentable surge históricamente de la integración de tres conceptos, surgidos de cuestionar el fracaso del crecimiento económico basado en el desarrollo industrial; estos conceptos son: desarrollo económico, desarrollo sustentable, y desarrollo económico local (Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007). Para facilitar la comprensión de lo anterior, la figura 2 ilustra el surgimiento del Desarrollo Local Sustentable.

Durante la primera mitad del siglo XX, el industrialismo había constituido una promesa de desarrollo con base al fomento de la actividad industrial, la cual derramaría los beneficios a los otros sectores, sin embargo, dicha promesa no beneficio a todos los territorios, ni a todos los sectores, ni a todos los actores de la misma manera; más aún, en este escenario los recursos naturales fueron los afectados, pues el deterioro ambiental que genera es una contradicción al desarrollo, evidenciada en la contaminación del aire, agua y suelo, estrés hídrico, enfermedades en la población, entre otros (Morales, 2006).

En 1973, el Club de Roma presentó el informe Los Límites del Crecimiento; que demostraba hipotéticamente cómo el industrialismo acabaría con el planeta y con el mismo crecimiento económico si todos los países del mundo se industrializaban. Esto dio lugar a acciones políticas que han procurado revertir la tendencia industrialista sin dejar de propiciar el desarrollo. Así surgió una discusión sobre la asociación entre el crecimiento económico y la sustentabilidad de los recursos naturales. En 1987 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) publicó el informe Nuestro Futuro Común, mejor conocido como el Informe Brundtland, en el cual se establece como prioridad la búsqueda de un “desarrollo sostenible”, que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de que las futuras generaciones satisfagan las suyas propias (Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007).

Con ello quedó asentado el primer principio, el cual dicta que hablar de desarrollo implica fomentar el crecimiento económico sin romper el equilibrio de los recursos naturales.

Otro principio a examinar es el enfoque territorial, que establece el imperativo de tratar las características propias de cada territorio para aprovechar sus recursos; de esta manera, el territorio deje de ser considerado sólo un soporte físico de la actividad económica, se convierte en un factor estratégico, una fuente de

Figura 2. Surgimiento conceptual del Desarrollo Local Sustentable



Fuente: Elaboración propia.

oportunidades para el desarrollo. De este principio surge otro: la participación de los agentes locales; estos juegan un papel protagónico en la construcción del desarrollo, pues conocen tanto sus necesidades como sus posibilidades, se identifican con sus recursos naturales y se benefician de ellos.

A la par, surge el concepto de desarrollo económico local para cuestionar el modelo de desarrollo de la época; logrando que cambiara de una visión exógena a una endógena, propiciando el uso de la inversión extranjera como un medio para desarrollar una economía interna. A partir de la aprobación de la Agenda 21 durante la Cumbre de la Tierra en 1992, en Río de Janeiro, surge formalmente el Desarrollo Local Sostenible, también llamado desarrollo endógeno sustentable; afirmando que el crecimiento puede lograrse de forma más eficaz desde una perspectiva local, pues en este entorno existe un mayor conocimiento sobre el perfil productivo de cada lugar, por lo que la identificación y el fomento de iniciativas empresariales son más factibles; es promovido en pro del mantenimiento ambiental de la comunidad; donde la forma local de gobierno, comunitaria-participativa, tiene por objetivo establecer la protección del ambiente, la prosperidad económica-social (Morales, 2006).

Así, en este desarrollo, las acciones ya no corresponden sólo al gobierno municipal ni a las grandes empresas, sino también a los gobiernos locales, las empresas menores, las instituciones sociales y los propios ciudadanos como individuos. Se trata de buscar mecanismos que permitan un desarrollo dedicado al hombre, no al crecimiento económico; orientado al despliegue de las potencialidades del hombre en armonía con su entorno, exige la decisión local sobre las opciones de desarrollo, el control local sobre los procesos de desarrollo, así como la retención de sus beneficios en la misma comunidad (Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007).

El Desarrollo Local Sustentable cuenta con características idóneas para aplicarse a la situación de la localidad de estudio, a la cual se le atribuyen (entre otras) el ser una localidad indígena, tener un gobierno propio, una cultura solidaria y participativa en sus habitantes; estar lo suficientemente descentralizada del gobierno municipal para autodeterminarse (producto de una histórica insipiente relación político-administrativa), la necesidad de innovar en sus formas de desarrollo económico para sustentarse a sí misma, la disposición

de sus autoridades para colaborar con proyectos de beneficio público; además se busca desarrollar una economía interna con la participación de los agentes locales, que tenga como prioridad la sustentabilidad local.

En suma, los aspectos que favorecen la adopción del Desarrollo Local Sustentable, para este caso son:

- a) Aunque la legislación ambiental mexicana sobre residuos le asigna al gobierno municipal la competencia para la Gestión-manejo de residuos, las leyes por los derechos de los pueblos indígenas conceden la capacidad de autodeterminación cultural, de gobierno y toma de decisiones conforme a sus sistemas tradicionales para la solución de situaciones que atenten contra su bienestar social.
- b) Son los habitantes e instituciones locales los generadores directos e inmediatos de los residuos, por tanto, tienen la obligación de hacerse cargo de ellos, a fin de reducir el impacto de sus actividades cotidianas sobre los componentes del ambiente para evitar poner en riesgo su salud.
- c) Son estos actores e instituciones locales quienes conocen sus recursos naturales y toman posesión de ellos para aprovecharlos, por ello también son responsables de su mantenimiento, para que las generaciones descendientes de ellos tengan la oportunidad de seguir aprovechándolos en su beneficio, bajo los mismos de derechos de apropiación, uso responsable, y la obligación de conservarlos, asegurando así la sustentabilidad de los sistemas naturales.

### **1.3.2 Dimensiones del Desarrollo Local Sustentable**

Como se ha tratado, el Desarrollo Local Sustentable implica un cambio estructural de la economía de una ciudad, comarca o región; cuyos objetivos son la eficiencia en la asignación de recursos, equidad en la distribución de la renta, y el equilibrio ambiental para la conservación del territorio como medio de producción; por ello es necesario estudiar al desarrollo bajo al menos cuatro dimensiones: económica, sociocultural, político-administrativa y biofísica.

#### **a) Dimensión económica**

Se entiende como la realización de las potencialidades de una localidad, medidas en términos de oportunidades de negocio o de desarrollo tecnológico

industrial. Se trata de crear condiciones que posibiliten el surgimiento de una red empresarial que permita el crecimiento económico de la zona. En algunos casos, también es posible que el mismo Estado cree empresas públicas en la localidad, con un sistema de producción para el uso eficiente los factores productivos, generar economías de escalas y aumentar la productividad. Estas empresas deben preocuparse por elaborar productos aceptables desde el punto de vista ambiental, el manejo de sus residuos, minimizar las externalidades negativas, reducir el consumo de recursos naturales en sus actividades, dar prioridad a utilizar recursos renovables como materias primas, utilizar tecnologías limpias, asignar inversiones al mantenimiento de su entorno, además de procurar la salud de sus trabajadores (Morales, 2006; Alvarado, González y Díaz, 2012; Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007).

#### **b) Dimensión cultural**

En esta dimensión, el sistema de relaciones económicas-sociales, las instituciones locales y los valores, sirven de base al proyecto de desarrollo. Se requiere atender el modo como se constituye histórica-culturalmente el sujeto del desarrollo, esto permite establecer expectativas comunes sin imitar las formas culturales dominantes en otras sociedades, que se imponen como buenas para todos. Lo anterior, garantiza en gran medida el conocimiento de las necesidades e intereses de la población, lo cual presupone: una participación más activa por parte de los actores locales en su propio proceso de desarrollo, la unión de intereses, la cohesión y cooperación en un territorio para solucionar los problemas de interés común; además, asegura difundir una actitud más sostenible hacia el entorno local (Morales, 2006; Alvarado, González y Díaz, 2012; Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007).

#### **c) Dimensión político-administrativa**

Esta dimensión tiene el objetivo de crear un entorno local favorable a la producción y al desarrollo sostenible, replanteando la dinámica entre ciudadanía-territorio-gobierno (se opone a la que se da en el desarrollo económico industrial); esta pasa de ser una vinculación abstracta fundada en el mercado, a ser una relación tangible, asociada a los modos de vida de los ciudadanos, sus actividades y convivencia intersubjetiva en su territorio; con el Estado como garante de los espacios necesarios para el proceso de desarrollo. Lo anterior

exige autonomía por parte de la comunidad que busca desarrollarse, para tomar decisiones sin depender del Estado. Lograr dicha exigencia depende de las características de cada país, de su sistema político, su marco jurídico e institucional, la cultura, entre otros aspectos. (Morales, 2006; Alvarado, González y Díaz, 2012; Contreras, Ochoa y Pilonieta, 2007).

En México se favorece la autodeterminación de los pueblos, permitiendo las formas de autogobierno ancestrales que prevalecen en el país, como prueba de la presencia de comunidades con características *especiales*.

#### **d) Dimensión biofísica**

A estas tres dimensiones se agrega una dimensión más, sin la cual el desarrollo local no podría ser entendido completamente como sustentable, se trata de la llamada dimensión biofísica. Esta contempla los procesos naturales y artificiales que participan en el aprovechamiento de los recursos naturales. Es el más evidente de los cinco, por ello en muchas ocasiones es el único atendido (Alvarado, González y Díaz, 2012).

Es importante describir los recursos naturales de la localidad en estudio (clima, relieve, suelos, vegetación, ciclo del agua, etc.), pues el problema de los residuos sólidos tiene consecuencias tanto directas como indirectas sobre cada uno de estos. El resultado de este aspecto contribuye a diseñar acciones para prevenir, corregir y recuperar la calidad del ambiente en pro de sus habitantes vivos.

### **1.4 Metodología para la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos**

La iniciativa de investigación es examinar los RSU local y diseñar medidas para mejorar su manejo.

El problema en cuestión es de alcance mundial, por ello se encuentra información sobre su estudio a distintos niveles geográfico-administrativos. Así, el método empleado fue el denominado Deductivo (también llamado método silogístico) que consiste en derivar de una premisa, ley o axioma general, una conclusión, situación o aspecto particular; por lo que este método va de lo universal o general a lo particular o individual (Fernández, 2011, p.23). Se consideró apropiado para los capítulos teóricos, ya que exponen la situación de

los residuos en diferentes niveles geográfico-administrativos, por medio de la recopilación de casos de Gestión-Manejo de residuos.

Se revisó la legislación mexicana referente a los residuos (tanto federal como estatal) a fin de conocer sus disposiciones, su concordancia con la realidad, y su concordancia entre ellas.

Para la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial se tomaron como referencia dos guías: La Guía para la Elaboración de Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos, y la Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. De estas, la segunda es más explicativa y técnica que la primera. Ambas contienen los términos de referencia utilizados para establecer los contenidos que conforman el Plan de Manejo de Residuos resultante de la presente investigación.

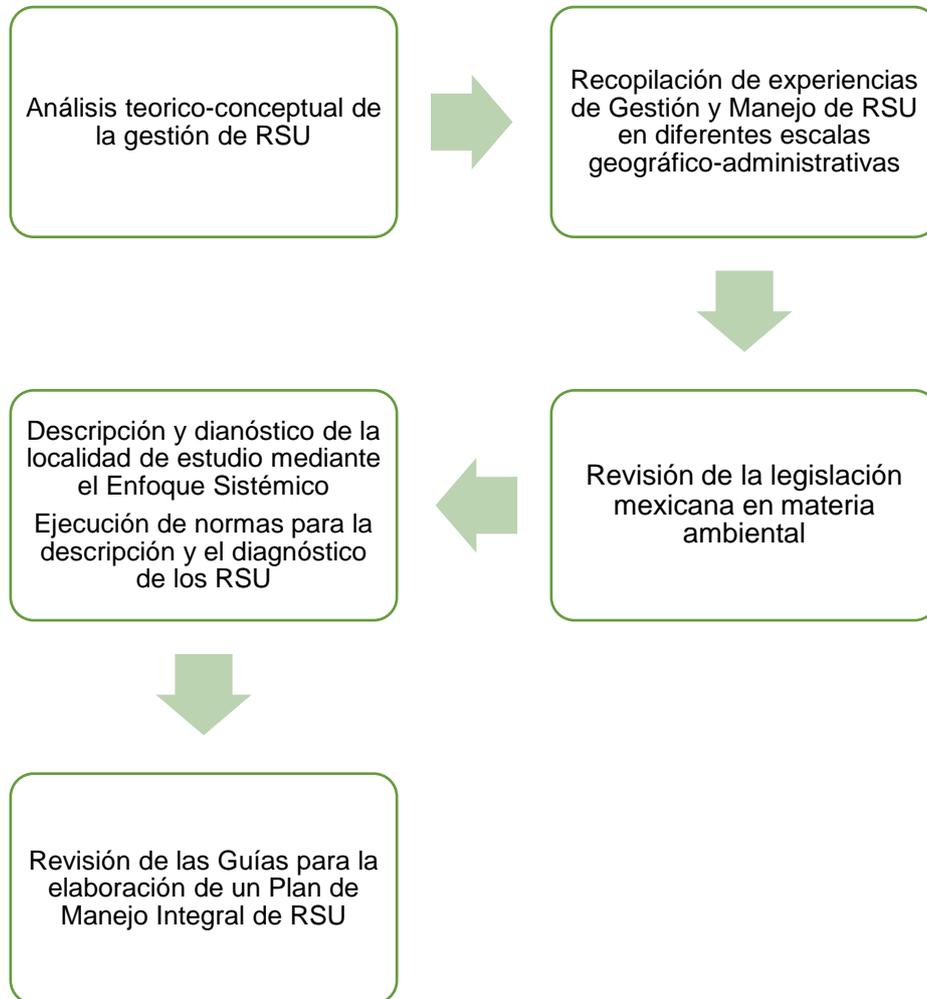
Ambas requirieron utilizar la planeación estratégica, por lo que se elaboraron descripciones, diagnósticos y proyecciones tanto de la zona de estudio como de su Manejo de RSU. Para ello se utilizó el Enfoque Sistémico, que considera la localidad un sistema compuesto de cinco subsistemas: subsistema biofísico, subsistema cultural, subsistema económico-social, subsistema político administrativo, y subsistema tecnológico; su integración explica el funcionamiento de la localidad a fin de comprenderla. Esta metodología se explica más ampliamente en el capítulo 4.

Para la caracterización de los residuos y el cálculo de las estimaciones derivadas de ello, fueron utilizadas cuatro normas mexicanas: la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985 para la determinación de la generación, la Norma Mexicana NMX-AA-15-1985 para el muestreo y el método del cuarteo, la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985 para la selección y cuantificación de subproductos y la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985 para el cálculo del peso volumétrico "IN SITU".

Cabe mencionar que ni las Guías ni las Normas citadas tienen por escala geográfico-administrativa el nivel local, sino que van enfocadas al nivel municipal. Por ello sus contenidos no se ajustaban completamente al caso de estudio, situación que resultó en una selección de contenidos aplicables para el

caso. A manera de resumen gráfico, la siguiente figura presenta la secuencia de la metodología general:

Figura 3. Flujograma de la metodología general.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Capítulo 2. La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México

### 2.1 Experiencias Internacionales de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

La disposición de residuos sólidos es un problema mundial con el que las sociedades lidian de diversas formas. Anterior a abordar el tema de la gestión de RSU en México, en el presente apartado se presentarán una serie de casos de Gestión-manejo de los mismos en algunos países, con el propósito de conocer sus resultados; como el caso de Suecia; un estudio a nivel continental para América Latina, el caso de Argentina, la Cd. de Mérida en México, entre otros; hasta llegar al Estado de México y sus municipios.

#### Europa

**Baviera, Alemania.** La gestión de residuos inició en 1970, hasta entonces el “manejo” de residuos, sin planes definidos, ni control de las actividades industriales ni sus residuos, consistía en depositarlos en vertederos a cielo abierto (en canteras, declives geográficos o cañadas de ríos), ignorando (a voluntad o no), las consecuencias de tales acciones. El cambio del manejo tradicional a la gestión responsable se dio debido a la aparición de nuevos materiales de desecho (plástico, lubricantes, disolventes, metales, electrónicos, etc.) que no se descomponían tan rápido como los residuos más simples; contribuyó también la cantidad de tiraderos y sitios contaminados, que imposibilitaba el poder vivir entre ellos por los efectos palpables en el ambiente (Lottner, 2007).

En la década de 1970, se ordenó la creación de un ministerio para el ambiente, de una compañía para eliminar los residuos peligrosos, la edificación de la primera planta de tratamiento térmico; se promulgó la primera Ley Estatal de Residuos (subordinada a la ley federal), se registraron los 6 022 tiraderos y los sitios contaminados por Residuos Peligrosos junto con sus generadores, para publicar el Plan para la Eliminación de los Residuos Peligrosos e iniciar con el saneamiento de 11 0225 000 tiraderos en total.

En la transición de los años 80 a los 90s, se edificaron rellenos modernos para la disposición final; hasta que la Ley Bávara para el Manejo de Residuos impuso

la reducción de la generación, la separación secundaria, el reciclaje y el compostaje.

A medida que progresaba la Gestión Integral de Residuos, surgieron conceptos como la Responsabilidad Extendida del Productor, relacionada con el concepto “biodegradable”; y la valorización de algunos residuos como fuentes de energía (electricidad y gas doméstico), a través de tecnología muy avanzada. Además, la reducción de la generación de residuos desencadenó el abaratamiento de los servicios del manejo que pagan los ciudadanos de Baviera.

Las medidas anteriores tienen qué ver con las tres áreas de la sustentabilidad: protección del ambiente, eficiencia económica, y solidaridad social.

**Holanda.** La gestión de residuos figuraba en su agenda desde los años 70; pasó de ser un sector poco desarrollado, desvinculado entre sí e ineficiente, a ser profesional y cada vez más innovador, con tecnología e infraestructura especializadas.

Su política tiene cinco elementos principales: Orden de preferencia para la eliminación de residuos, normas de tratamiento, planificación en los distintos niveles geográfico-administrativos, y (como en Alemania) la Responsabilidad Extendida del Productor, que en Holanda consiste en emplear materiales biodegradables o con poco impacto como desechos al elaborar productos, además de utilizar instrumentos económicos para estimular tanto la disminución de la generación como el reciclaje. Los objetivos son evitar la generación, recuperar los materiales valiosos, generar energía mediante la incineración de residuos, y deshacerse de lo que sobra (disposición final) de una manera ambientalmente amistosa. Para lograrlos, se elaboraron instrumentos normativos y se crearon centros de acopio el reciclaje (Holland, 2013).

La integración del sistema de manejo a nivel nacional se dio en 1990 con el establecimiento del Consejo Holandés de Manejo de Desechos, cerrado en 2006 luego de con todos sus objetivos. De manera similar a Alemania, se redujeron los costos de la Gestión-manejo, se mejoraron los servicios, además de contar con infraestructura y equipos de tecnología muy avanzados en cada etapa del manejo.

Tal fue el esfuerzo hecho, que para el año 2010, alrededor del 80% de los residuos se reciclaba, el 16% era incinerado, y sólo el 4% se depositaban en rellenos sanitarios.

**Suecia.** Cuando Inició la revolución de su sistema de Manejo, Suecia tenía complicaciones económicas debido a la crisis del petróleo en los años 90, así que el objetivo era no depender tanto de ése combustible, al tiempo que se resolvía un problema social-ambiental. Al igual que Alemania y Holanda, utiliza el tratamiento térmico de sus residuos para producir energía eléctrica y biogasolina, para alimentar un sistema público de calefacción. En cambio, Suecia utiliza los altos impuestos del servicio para disminuir indirectamente la generación (Ramírez, 2014).

La implementación de su sistema fue lenta, pues se sabía que un proyecto de esa magnitud necesitaba bases firmes, cultura ambiental, una normativa sólida, planes maestros de manejo, e infraestructura y tecnologías avanzadas.

Su modelo de aprovechamiento de residuos es tan eficiente que, el 99% de la basura recolectada es aprovechada, y sólo el 1% (básicamente cenizas) se dispone. Tal es su éxito, que ha tenido que importar basura de otros países para seguir con su producción de energía, porque se le ha acabado la basura propia (Electricidad, 2015). Lo único que el país nórdico considera que debe hacer para mejorar, es reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, reforzar la cultura ambiental e implementar tecnologías para la eficiencia energética de los edificios.

La visión general de estos tres casos en el viejo continente como ejemplos de Gestión-manejo de residuos, da paso a un estudio de caso en América Latina.

### **América Latina**

En América Latina ha prevaleciendo el esquema “recolección-disposición final”, dejando rezagadas las otras etapas. Lo común son condiciones como la recolección parcial por parte del gobierno, la recolección sin clasificación, la quema de residuos, la deficiencia en la Gestión-Manejo, tanto pública como privada, los segregadores informales (pepenadores), que buscan sobrevivir del aprovechamiento de materiales reciclables, trabajando en condiciones insalubres; la inexistente educación ambiental sobre el tema (Sáenz y Urdaneta,

2014), el limitado acceso a infraestructura o tecnologías avanzadas, la generación sin control, además de la falta de proyectos entre grupos sociales para la eliminación de algunos residuos.

En 2010, la Ciudad de México era la ciudad de América Latina más generadora de residuos, con un estimado de 12 000 toneladas al día, mientras Santiago de Chile y Bogotá, Colombia generaban 7 100 y 5 891.8 toneladas respectivamente (Del Santo, 2012).

Muchos países latinoamericanos han modificado la legislación ambiental para luego diseñar planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Sin embargo, los gobiernos de países como México, Argentina y Venezuela, han presentado dificultades para implementar las nuevas normativas, sobre todo debido a la falta de continuidad, ocasionada por los cambios de administraciones municipales, pues cada administración puede cambiar al personal encargado, ocasionando que se tenga que volver a empezar con las actividades, en lugar de continuarlas. Además, la “falta” de presupuestos impide la tecnificación del servicio, manteniéndolo ineficiente. A ello se agrega que América Latina está compuesta por países en vías de desarrollo, por lo cual sus naciones tienen prioridades mayores que el cuidado al ambiente (Sáenz y Urdaneta, 2014).

A pesar de la desalentadora situación, cada país ha logrado avances que, si bien no se comparan a los de Europa, se reconocen como pasos en el camino correcto.

En Argentina, por ejemplo, la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), diseñó en 2005 la Estrategia Nacional de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU). Las principales ciudades y provincias (Santa Fe, Mar de Plata, Rosario, Mendoza, Córdoba, Chubut) lideran la Gestión Integral de RSU. La reciente creación de normatividad, programas de reciclaje, planes de separación domiciliaria, la construcción de infraestructura para el Manejo además de la formalización de los segregadores en estas provincias, son componentes de un proyecto de manejo diferenciado de residuos, que busca acabar con los tiraderos a cielo abierto. Tan sólo en Santa Fe y Córdoba, se han cerrado alrededor de 70 microbasurales, a lo que se ha sumado la instalación de Puntos Verdes con más de 500 contenedores para depositar materiales reciclables (González, 2010; Del Santo, 2012).

## 2.2 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en México

El presente apartado tiene como propósito ilustrar el panorama de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en México.

En México existen tres modelos de Gestión Integral de RSU: Gestión municipal, administrado por el municipio; Gestión mixta, en donde el municipio administra el manejo, pero subcontrata los servicios de la estación de transferencia o de un relleno sanitario y; Gestión privada, donde el municipio sólo es un intermediario entre el público y la empresa particular que administra todo el manejo (Navarro, 2012). Por lo tanto, los municipios pueden elegir, de acuerdo a sus necesidades o posibilidades, de qué manera disponer de sus residuos; o que pueden formar alianzas tanto intermunicipales como intermetropolitanas. Sin embargo, cualquiera de estas asociaciones, ya sea entre sectores o entre regiones, trae consigo una complejidad administrativa-logística, que en muchos casos causa conflictos entre los “beneficiarios” de dichas alianzas.

Para dimensionar la complejidad del tema, ha de mencionarse que, en el año 2011, se generaron alrededor de 41 millones de toneladas de residuos a nivel nacional, 112.5 mil toneladas de RSU diariamente. Esta generación depende de la ubicación geográfica. La región Centro generó el 51% del total; el Estado de México es el que más residuos genera, con el 16% del total nacional; le siguen la Ciudad de México (12%), Jalisco (7%), Veracruz (5.5%) y Nuevo León (5%). Mientras, la generación per cápita fue de 990 gramos en promedio, unos 360 kilogramos al año. Estas notables variaciones se deben a factores como el nivel de ingreso, grado de urbanismo, entre otros. En cuanto a su composición, dominaban los residuos orgánicos, representando el 52.4% de la generación total, le siguen el papel y el cartón con el 13.8%, otro tipo de basura con 12.1%, los plásticos con el 10.9%, los vidrios con el 5.9%, los metales con el 3.4%, y los textiles con el 1.4%. Además, el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011, reveló que de las 112.5 mil toneladas que se generan diariamente, se recolectan alrededor de 86 357 toneladas, es decir que la cobertura del servicio de recolección es de 76.8%. De esta, 89% correspondió a recolección no selectiva, mientras el restante 11% a recolección selectiva (separación en orgánicos e inorgánicos, al menos). Las entidades que reportaron el mayor porcentaje de separación fueron Querétaro con el 57%, Jalisco con

40%, Nuevo León con 30%, Distrito Federal con 18% y el Estado de México con el 15%; el censo también reveló que alrededor del 93% de los municipios contaban tanto con el servicio de recolección como con el de disposición final de RSU, 148 municipios enviaban por lo menos una fracción de sus residuos a una planta de tratamiento, mientras 161 no contaban con ninguno de estos servicios (SEMARNAT, 2013).

A pesar de los datos anteriores, en México, al igual que en toda América Latina, prevalece el modelo de manejo recolección-disposición final, dejando rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos. Los residuos no se separan en la fuente, se acumulan en la vía pública o se queman, los sitios de disposición final son inadecuados o ineficientes debido a la deficiencia en su administración; es común que se depositen en depresiones naturales del terreno como cañadas, barrancas o cauces de arroyos (SEMARNAT, 2013; Navarro, 2012; Sáenz y Urdaneta, 2014). Este es el destino de las 26 143 toneladas que no se recolectan a lo largo de todo el país, nada menos que el 23.2% de la generación diaria total.

Paralelo a esto, las legislaciones estatales no suelen abordar el tratamiento de los Residuos Peligrosos Domésticos (González, 2012), provenientes de las casas habitación; menos aún se menciona en los reglamentos o bandos municipales. No obstante, las autoridades han intentado el manejo de estos residuos, colocando contenedores de residuos electrónicos, de pilas alcalinas, neumáticos, entre otros, en puntos estratégicos del territorio local, para luego gestionar su transferencia con una empresa. O bien, publicando documentos como el Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México 2010 (SEMARNAT, 2010), que enlista por entidad federativa, los centros de acopio de residuos domésticos tanto peligrosos como no peligrosos. Si bien, tales documentos omiten bastantes centros de acopio, sin duda son una guía bastante útil cuando se trata de residuos como los aceites quemados de cocina y las pilas alcalinas, para los que difícilmente se encuentran lugares para su transferencia.

La suma de esta clase de acciones, ha logrado que la disposición no controlada disminuya notablemente ante la disposición controlada. Por ello se piensa que el problema de los residuos sólidos puede ser resuelto, haciendo que los materiales

a ser desechados sean más biodegradables, cambiando las formas de consumo, y aumentando el reciclaje (Navarro, 2012).

En el año 2007 se presentó el Programa Nacional para la Prevención y Gestión de los Residuos 2009-2012. Este involucraba la modernización administrativa-operativa de los sistemas de manejo con tecnologías avanzadas, el impulso a la iniciativa 3r (Reducir-Reusar-Reciclar), esquemas regionales de Gestión-Manejo, y la participación social. Daba cuenta de 161 rellenos sanitarios, de los cuales 24 estaban controlados; las entidades con más rellenos sanitarios eran Puebla con 17, Nuevo León con 14, y Tamaulipas con 12. La recolección en las ciudades era del 100%, que disminuía proporcionalmente de acuerdo al tamaño de las poblaciones. El reciclaje se situaba en sólo 3.6%, cuando el potencial era de alrededor del 75% (Moreno, 2012; Sales, 2012). Irónicamente, esta información da evidencia de que las entidades más generadoras de residuos, que requieren una Gestión-manejo más completa, tienen más deficiencias en los servicios sanitarios.

Se reconoce como uno de los mayores problemas al sector informal (segregadores o pepenadores), cuyos miembros laboran de manera antihigiénica, desapegados de la legislación laboral, sin los instrumentos adecuados ni seguridad social; con trabajo de niños o adultos mayores expuestos a enfermedades, infecciones y lesiones; otro problema son los recolectores privados de los residuos (Moreno, 2012, p. 18), pues no siguen lo establecido en los reglamentos de limpia municipales y trabajan en las mismas condiciones que los pepenadores, además de que no siempre depositan los residuos en los lugares autorizados.

Es relevante mencionar que, en muchos casos lo necesario es infraestructura para la Gestión-manejo, pues es muy notorio que la preocupación social por el ambiente va en aumento, sobre todo cuando se trata de los residuos sólidos o de las aguas residuales. En este aspecto, la “insuficiencia presupuestaria” es el mayor impedimento a la hora de actuar. Esta puede tener varios motivos, entre los cuáles se encuentran dos principales: la negativa de los gobiernos a financiar los proyectos relativos, en aras de financiar otros “más prioritarios” (Sáez y Urdaneta, 2014), o el desconocimiento de los gestores sobre otras formas de financiamiento.

En 2012, una encuesta reveló que la conciencia ambiental de la ciudadanía es mayor que su disposición a pagar por mejorar la gestión de residuos; situación que probablemente se deba a la ocurrencia de tantos casos de corrupción y desvío de recursos públicos; a pesar de lo cual, la mayoría prefiere que el servicio de limpia esté a cargo del gobierno municipal en lugar de una empresa privada; se mostraron más a favor de cambiar sus hábitos de consumo y de la educación informal respecto al tema (Meixueiro y Arellano, 2012).

Lo anterior pone en evidencia que México está preparado para avanzar en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. La conciencia ambiental va en aumento, la ciudadanía está dispuesta a cambiar sus hábitos tanto de consumo como de desecho, a cambio de resultados favorables de las autoridades municipales a cargo del servicio de limpia. El compromiso, entonces, debe provenir de estos, ya que son ellos quienes poseen el poder de cambiar la situación, quienes tienen los recursos económicos para hacerlo, y quienes (al final) legalmente son los responsables de estas actividades.

### **2.3 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en el Estado de México**

Con el decreto de la LGEEPA en 1987, el Estado de México se vio en la necesidad de crear la Comisión Estatal de Ecología en 1988 (precursora de la actual Secretaría del Medio Ambiente), que inició sus esfuerzos de legislación ambiental con la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México de 1997, abrogada en diciembre de 2001. Luego de un largo periodo de reestructuraciones, la Secretaría publicó el Código para la Biodiversidad del Estado de México en el año 2006 (Gaceta del Gobierno, 2015).

Mientras la LGEEPA estableció responsabilidad a las entidades y los municipios sobre sus residuos sólidos, la LGPGIR dispuso que están obligados a contar con Planes o Programas de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos. Así, en abril del 2009 fue publicado el Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México. Aunque, más que un Programa para el Manejo, es un diagnóstico sobre los residuos que la entidad genera. Además, el INEGI (2011) registra que sólo el 14% del total de municipios cuenta con este programa, y no en todos los casos opera.

El Estado de México es la entidad federativa más poblada del país, por lo tanto, es el mayor generador de RSU (10% de la generación nacional) con un estimado de 1.046 kg per cápita cada día, cantidad que sobrepasa el promedio nacional de 0.852 kg. En cuanto a la composición, 62% son residuos orgánicos, mientras 38% son inorgánicos. Sigue existiendo la costumbre de quemar la basura, de depositarla al aire libre y de no reciclar. En cuanto a la recolección, el 85% se recolectan mezclados; el 98% de los municipios ofrecen este servicio, el 97% cuenta con unidades recolectoras específicamente diseñadas para este fin, aunque en ocasiones la cantidad de vehículos no es suficiente para cubrir el total de las localidades o son apenas suficientes para realizar la recolección una vez por semana; se encuentran en mal estado, son obsoletos o incluso inservibles. Después de la recolección, son llevados a diferentes instalaciones: centros de acopio, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento o rellenos sanitarios. Sin embargo, el principal lugar de disposición final son los tiraderos a cielo abierto, el 69% de los residuos recolectados terminan en estos sitios (Díaz, Pérez y Alvarado, 2017).

Por otro lado, aunque lo mejor es disponer de los residuos en un relleno sanitario, generalmente las personas se oponen a tener esta clase de instalaciones cerca de sus hogares o propiedades ya que, además de los olores que desprenden, las personas son cada vez más conscientes de los riesgos a la salud que pueden generar, esto aunado a que en ocasiones estos establecimientos cuentan con las mínimas condiciones (establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003) para ser considerados como tales. En el año 2013 se tenía cuenta de 13 rellenos sanitarios, ubicados en Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Ixtapaluca, Juchitepec, Naucalpan, San Antonio la Isla, Tecámac, Tepotzotlán, Tlalnepantla, Xonacatlán, Zacazonapan, y Zinacantepec; junto con una planta de tratamiento en el municipio de Nicolás Romero. Algunos de ellos prestan servicios a varios municipios e incluso a otras entidades federativas, como el Distrito Federal (Chávez, 2013).

Varios de estos rellenos han sido objeto de denuncias ciudadanas por no tener control de los lixiviados, por los malos olores, por no pagar las regalías correspondientes a los propietarios de los predios en los cuáles son establecidos,

e incluso por seguir recibiendo residuos cuando ya fueron suspendidos o cerrados.

Si bien los gobiernos municipales hacen el intento de cambiar el manejo por un manejo diferenciado, hasta el momento no existe un municipio en la entidad con un Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, lo cual se debe generalmente a la no continuidad de estos proyectos, lo que ocasiona que funcionen durante un tiempo para luego desaparecer.

Frente a lo anterior, es evidente que la Gestión de Residuos en el Estado de México dista de ser eficiente. Hace falta compromiso por parte de los gobiernos municipales para gestionar verdaderos sistemas e instalaciones de manejo con tecnología para tratar residuos, medidas para disminuir la generación, y con ellas disminuyan los impactos tanto al ambiente como a la salud pública.

## **Capítulo 3. Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en México**

### **3.1 Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en México**

El presente capítulo pretende descubrir cómo desde la dimensión jurídica se ha visualizado la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos, si los postulados se dirigen hacia un desarrollo sustentable, las limitantes y las potencialidades que muestra este marco para caminar hacia la sustentabilidad.

Las primeras regulaciones en el país se encuentran contenidas en los Códigos Sanitarios, aunque se incluía el tema de los residuos sólidos de las ciudades de manera muy somera (González, 2012; Diario Oficial de México, 1926). Posteriormente, en 1971 se publicó la primera ley parte de la legislación ambiental, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, que en 1982 daría lugar a la Ley Federal de Protección al Ambiente; ambas precursoras de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada y puesta en vigor en 1988, funcional hasta la fecha (FAO, s/f; González, 2012).

Actualmente, el haber de leyes y normas en materia ambiental en México es basta en cantidad, pero insuficiente en contenido. Los instrumentos jurídicos con que se cuenta hoy, en orden geográfico-administrativo son los siguientes:

- En el nivel internacional, la Agenda o Programa 21.
- En el nivel federal, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- En el nivel estatal, para el Estado de México, el Código de Biodiversidad del Estado de México, el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México, y las Normas Técnicas Estatales Ambientales NTEA-006-SMA-RS-2006, NTEA-010-SMA-RS-2018, y NTEA-013-SMA-RS-2011.

A continuación, se exponen estos mismos instrumentos en orden cronológico, no en orden jerárquico debido principalmente a que, a nivel internacional, la Agenda o Programa 21, no se toma en cuenta como algo de carácter obligatorio, sino como una sugerencia de lo que los países miembros de la ONU han de

hacer para mejorar las condiciones de vida de su nación; y que México tiene legislación ambiental propia que antecede a la Agenda 21.

### **3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

Promulgada en enero de 1988, la LGEEPA, clasificó los residuos en peligrosos y no peligrosos. Más tarde los residuos peligrosos se subclasificaron en los llamados CRETIB. En la reforma del 2013, la Ley incluye numerosas disposiciones sobre residuos dentro de su Título Cuarto, Capítulo IV, Prevención y Control de la Contaminación del Suelo, manifestando que los residuos constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, por lo tanto, deben ser controlados con procedimientos para su recuperación, su manejo y disposición final eficientes (Diario Oficial de la Federación, 2015 a).

A pesar de los evidentes avances, la Ley no indica cuestiones específicas sobre los Residuos Sólidos Urbanos, ni amplía sus disposiciones como en el resto de los apartados, en cambio, hace protagonista al suelo, haciendo alusión al Manejo de residuos para la protección de este. Por ejemplo, en cuestiones de agua, dispone la creación de organismos gubernamentales como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) o el Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA), además de tratar los aspectos relativos al agua como un problema por sí mismos. Incluso con las reformas del año 2015, la LGEEPA no insta un apartado exclusivo sobre Residuos Sólidos, a pesar de los riesgos que suponen para la salud humana, de otros animales y para el ambiente.

### **3.1.2 Agenda 21**

Si bien, la Agenda 21 (también llamada Programa 21) es un documento de alcance internacional y de contenido importante en materia de residuos sólidos, su aparición en 1992 es posterior al inicio de los esfuerzos de México por formular un marco legal en torno a los residuos.

Aprobada el 14 de junio de 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida como Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro (Brasil); es un programa de acción amplio sobre todas las áreas en las cuales la actividad económica humana tiene efectos sobre

el ambiente (ONU, 1992). En cuestión de residuos sólidos, la Evolución de las modalidades de consumo y la Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales, se vuelven parte de su quehacer social.

En el capítulo 21 se exponen las propuestas para la gestión de la basura, con las siguientes cuatro líneas básicas de acción (ONU, 2002):

- a) Reducción de los desechos al mínimo.
- b) Reutilización y reciclaje.
- c) Tratamiento y eliminación racional de desechos.
- d) Extensión de los servicios de desechos.

Es posible que la aparición de la Agenda 21, la falta de legislación específica para residuos sólidos, y la necesidad de tomar cartas en el asunto, contribuyera a la creación de los instrumentos jurídicos vigentes hoy día en México, junto con sus posteriores modificaciones a fin de actualizarlos. Al ser parte de la Organización, México debía ponerse al corriente en las disposiciones incluyéndolas en su legislación. Sin embargo, no hay forma de asegurar que la Agenda 21 desencadenara la creación de legislación ni sus reformas.

Fue hasta 2003 que apareció en México la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para hacerse cargo del tema.

### **3.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Publicada en octubre del 2003, la LGPGIR tomó el control en materia de residuos sólidos para profundizar en su manejo.

La Ley establece tres tipos de residuos: Peligrosos, de Manejo Especial y Sólidos Urbanos. En su reforma del 2014, las disposiciones son tan específicas que ya incluyen los planes de manejo a escala nacional para los RSU, los RME, y para la remediación de sitios contaminados, además de contemplar la existencia de residuos tecnológicos; junto con un apartado sobre los elementos que debe contener un Plan, lo cual facilita la elaboración de éstos; hace una lista de generadores, especificando cada tipo de residuos y sus derivados.

Luego de ella aparecieron documentos como el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2009-2012, renovado para 2013-2018; algunas Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Normas Mexicanas (NMX), el Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en 2010, manuales, reglamentos, normas estatales, bandos municipales, entre otros.

### **3.2 Aspectos jurídicos de los Residuos Sólidos Urbanos en el Estado de México**

Con el surgimiento de la LGPGIR, devinieron disposiciones a nivel de las entidades federativas; mientras que dicha ley hizo su entrada en escena en el 2003, el Estado de México inició los esfuerzos por una legislación propia para RSU con la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México en 1991 (anticipándose un año a la Agenda 21); sustituida por la Ley de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente del Estado de México en 1997 (Gaceta del Gobierno, 2015), que fue finalmente abrogada en 2001 por el Código de Biodiversidad del Estado de México. Antes de todas ellas, la materia ambiental estaba integrada en el Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México (Huerta, 2015).

La creación de todos estos instrumentos jurídicos, muestra la capacidad del Estado para responder de manera oportuna a los retos en materia ambiental; sin embargo, no así su ejecución.

#### **3.2.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México**

El Código surgió como un documento unificador de los instrumentos jurídicos anteriores, en aras de que todas sus disposiciones quedaran plasmadas en un solo texto (Cámara de Diputados del Honorable Congreso del Estado de México, 2005).

Decretado en mayo del 2005, y publicado por primera vez en la Gaceta del Gobierno en mayo del 2006. Estaba constituido por ocho libros:

Libro primero: Parte general

Libro Segundo: Del Equilibrio ecológico, la Protección al Ambiente y Fomento al Desarrollo Sostenible

Libro Tercero: Del Agua

Libro Cuarto: Del Fomento para el Desarrollo Forestal Sostenible

Libro Quinto: De la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Libro Sexto: De la Preservación y Fomento para el Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre.

Libro Séptimo: De la Protección de los Animales.

Libro Octavo: De la Responsabilidad Civil por el Daño y Deterioro de la Biodiversidad y la Regulación de los Intereses Difusos.

A lo largo de los años de la vigencia del Código, ha sufrido modificaciones importantes que han dado como resultado su versión más reciente (del 2016). A principios del año 2017, la Universidad Autónoma del Estado de México dio a conocer las últimas modificaciones, producto de ello es que ahora cuenta con seis libros (UAEMex, 2017):

Libro Primero. Parte general.

Libro Segundo. Del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el fomento al desarrollo sostenible.

Libro Tercero. Del fomento para el desarrollo forestal sostenible del Estado de México.

Libro Cuarto. De la prevención y gestión integral de residuos.

Libro Quinto. De la preservación, fomento y aprovechamiento sostenible de la vida silvestre.

Libro Sexto. De la protección y bienestar animal.

Fueron eliminados el Libro Segundo: Del Agua, dando pie a la Ley del Agua para el Estado de México y Municipios en 2013; y el Libro Octavo: De la Responsabilidad Civil por el Daño y Deterioro de la Biodiversidad y la Regulación de los Intereses Difusos. El contenido de ambos libros fue integrado en los seis libros restantes.

Evidentemente, las disposiciones relevantes para este caso, son las contenidas en el Libro Cuarto, cuyo contenido es el siguiente:

**Libro cuarto. De la prevención y gestión integral de residuos.**

Título Primero. Disposiciones generales

Título Segundo. De la clasificación de los residuos

Título Tercero. De la minimización de la generación de residuos

Título Cuarto. De la generación de residuos.

Título Quinto. De los servicios de limpia y recolección de residuos.

Título Sexto. De los particulares que intervienen en la disposición y manejo de los residuos para su reciclaje y reutilización.

Título Séptimo. De los suelos contaminados

Título Octavo. De las medidas de seguridad, sanciones, reparación del daño y recurso de inconformidad.

Si bien el Código ha sido modificado varias veces desde su publicación, la sección referente a residuos sólidos permanece prácticamente sin alterar. Esto da idea de la poca atención que se le ha dado al tema, así como de las pocas oportunidades de retroalimentación que se han tenido, pues tampoco se ha actualizado el Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México desde 2009.

Mientras la LGPGIR ordenó la creación de Normas Oficiales Mexicanas, el Código hizo lo propio, ordenando la creación de las equivalentes Normas Técnicas Estatales, que para el tema ambiental se llaman Normas Técnicas Estatales Ambientales (NTEA) (Gaceta del Gobierno, 2009 b). A la fecha, han sido expedidas un total de quince Normas Estatales Ambientales, seis de ellas son sobre residuos sólidos, sólo tres conciernen a la presente investigación: la NTE-006-SMA-RS-2006, la NTEA-010-SMA-RS-2008, y la NTEA-013-SMA-RS-2011; las cuales se exponen a continuación.

### **3.2.2 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-006-SMA-RS-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 (Gaceta del Gobierno, 2006) fue publicada en octubre del 2006, poco tiempo después del Código para la Biodiversidad. Es simple y esencialmente un compendio de medidas de seguridad y precauciones a tener, al elaborar composta.

Elaborada en consideración de que alrededor del 50% de los URS son orgánicos compostables, hace un listado de los requisitos que deben reunir los sitios destinados a ser ocupados en la producción de composta. Establece algunos parámetros físico-químicos y sanitarios para el producto final, así como algunos

más que se deben controlar durante el proceso de compostaje; expone el procedimiento para tomar muestra de composta para su análisis físico-químico; determina los límites máximos permisibles de contaminantes no orgánicos presentes en la composta, como metales, vidrios o plásticos; por último (en los Transitorios) expone el procedimiento de laboratorio para el análisis de la composta.

La Norma no es un manual ni un instructivo para la elaboración de composta. Es tan sólo el compendio de parámetros físico-químicos que debe cumplir una composta para calificar como un mejorador de suelo; estos parámetros son indicadores del éxito o la deficiencia del proceso de compostaje. En el caso de no cumplir con ellos, el producto del composteo sería tan sólo la materia orgánica neutralizada y desintegrada.

### **3.2.3 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-010-SMA-RS-2008**

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, para el Estado de México (Gaceta del Gobierno, 2009 b) fue publicada en mayo del 2009, a la par del Programa para Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México.

Debe ser cumplida por los Centros de Acopio, Estaciones de Transferencia, Plantas de Separación y Plantas de Tratamiento; además, menciona la obligación de estos establecimientos de contar con el Informe o la Manifestación del Impacto Ambiental, entre otras autorizaciones; obediencia al uso de suelo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano correspondiente, monitoreo a las diversas fuentes de contaminación por emisiones a la atmósfera, descarga de aguas residuales, ruido y vibraciones.

Con base en la superficie del establecimiento, la Norma contiene una clasificación en cuatro tipos, A, B, C, D; que después utiliza para establecer los requisitos que cada tipo de establecimiento debe reunir para su operación. Siendo el tipo A el establecimiento de menor superficie, el que menos requisitos

debe cumplir; y el tipo D, el de mayor superficie, con más requerimientos normativos.

### **3.2.4 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011**

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México, fue publicada en septiembre del 2011. Es una guía técnica que trata únicamente de cómo se deben separar los residuos en el hogar o en el establecimiento generador, y de su almacenamiento hasta ser recogidos por los servicios de limpieza de cada municipio.

Fundamentada legalmente en la LGEEPA, la LGPGIR y el Código de Biodiversidad del Estado de México, se declara de observancia obligatoria a todos los generadores en las diversas fuentes de generación como son casa habitación, establecimientos comerciales, de servicio, tianguis, mercados sobre ruedas, instituciones de gobierno, escuelas, hospitales, centros penitenciarios, así como toda empresa generadora de RSU y RME en el territorio del Estado de México (Gaceta del Gobierno, 2011, p. 5).

Clasifica los generadores de residuos sólidos en cinco tipos: A, B, C, D, E; especifica el modo de separación de residuos para cada generador, asigna colores a los contenedores de residuos, establece las características que estos deben reunir, e incluso proporciona una fórmula para calcular la capacidad que deben respecto de la frecuencia de la recolección; menciona las condiciones para la entrega separada al servicio de recolección de acuerdo al tipo de generador; y las condiciones en las que los residuos deben ser entregados a los centros de acopio o reciclaje.

Evidentemente, a pesar de la adopción de la legislación, que por sí misma tenía un gran rezago de tiempo respecto de otros países, del dicho al hecho, el trecho sigue siendo infranqueable. Los intentos de su implementación han tenido obstáculos tan básicos y comunes como el nulo seguimiento de proyectos de manejo, provocado por los cambios de administración gubernamental, sobre todo en los municipios, impidiendo la optimización del sector; los altos costos del

manejo junto con la deficiencia presupuestaria correspondiente, la falta de cultura ambiental, e incluso la prestación incompleta del servicio, hacen que los esfuerzos sean insuficientes o en vano. Es decir que no se ha logrado una gestión sustentable residuos ni se ha conseguido que el manejo de éstos sea ambientalmente efectivo, socialmente aceptable y económicamente viable (González, 2012; Sáenz y Urdaneta, 2014). En consecuencia, hasta el momento no existe una sola localidad que haya aplicado las disposiciones legales en esta materia.

Por supuesto, se debe dar crédito a los esfuerzos por dotar a la nación mexicana de un marco legal que guíe la Gestión-Manejo de sus residuos, el problema es que no existen los recursos suficientes (de personal ni económicos) para acatar todas esas disposiciones en todas las localidades del país. Pocas las entidades federativas que cuentan con un Plan de Manejo de sus Residuos, son menos los que han sido aplicados, y menos aún (sino es que seguramente ninguno) los que han durado más de lo que dura un periodo administrativo en manos de un gobierno (tres años en el nivel municipal, seis años en el nivel estatal). Aunado a lo anterior que ningún municipio o entidad cuenta con el personal capacitado en el marco legal antes expuesto, que la elaboración de planes de manejo es impulsada o frenada por la esperanza de obtener financiamiento económico, que la implementación de estos planes es complicada en el nivel municipal porque se carece de organización o recursos; no es de extrañarse las disposiciones jurídicas sigan quedando relegadas en favor de cuestiones más “prioritarias”.

Pese al escenario fatalista que supone la administración pública del servicio, la población civil está cada día más alerta al destino de sus residuos, más exigente en cuanto a la calidad de los servicios de limpia, dispuesta a contribuir al correcto manejo siempre que se puedan ver resultados en el futuro inmediato. Hoy más que nunca, la población se encuentra en una etapa de reflexiva transición ambiental, fundada en la esperanza de un futuro donde la sustentabilidad conserve los paisajes naturales para las generaciones que los suceden.

Así, se puede afirmar que este es el tiempo que la administración pública puede aprovechar para por fin hacer realidad las disposiciones legales que por tanto tiempo han quedado relegadas al segundo plano, a la espera de tiempos más favorables.

## **Capítulo 4. Situación del manejo de Residuos Sólidos Urbanos en San Miguel Almaya**

### **4.1 Caracterización del área de estudio**

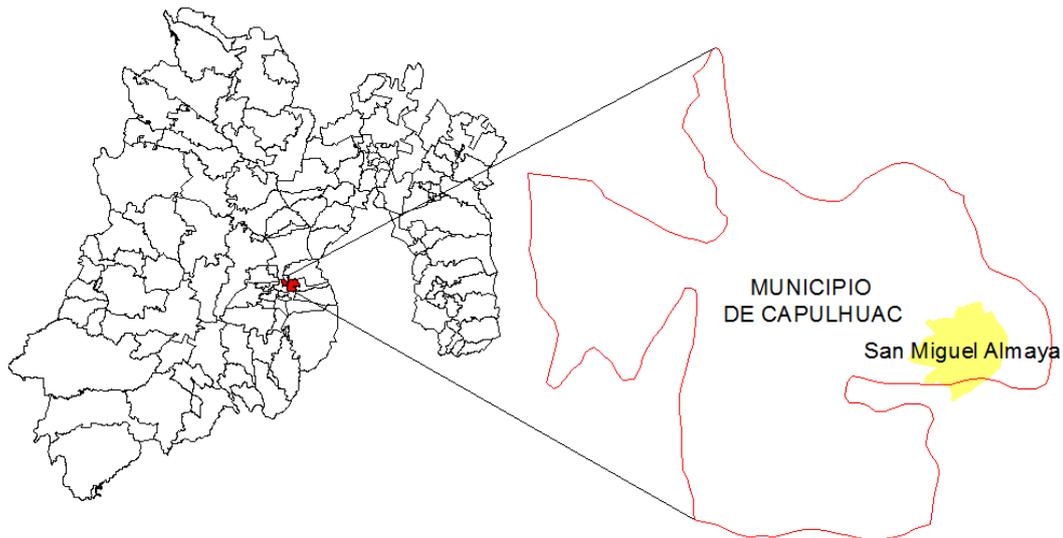
El presente capítulo se divide en dos partes. La primera trata la caracterización general de la localidad de estudio como un sistema compuesto por cinco subsistemas, dichas características constituyen el contexto sobre el cual se da el manejo de sus residuos sólidos. La segunda parte trata el diagnóstico del manejo de los RSU exponiendo cada etapa del manejo, contiene la composición de los residuos y los cálculos de la generación.

Para lograr este fin, se siguió la metodología del Enfoque Sistémico, basado en el Modelo de Red, que es una adaptación de la Teoría General de Sistemas. Este enfoque plantea una estructura jerárquica utilizada con fines explicativos; se parte de la idea de que el objeto de estudio es un sistema complejo multidimensional, compuesto por cinco subsistemas: socio-cultural, económico, tecnológico, biofísico, político-administrativo; cada uno de ellos se fundamenta en diversos campos del conocimiento; su integración explica el comportamiento total del objeto de estudio (Alvarado, González y Díaz, 2012).

En este caso, el sistema complejo multidimensional es la localidad de estudio; la cual se disgrega en cuatro subsistemas: socio-cultural, económico, biofísico, político-administrativo; pues se consideró innecesario describir al subsistema tecnológico (cuyo contenido sería la infraestructura y tecnología utilizadas para el manejo de residuos) debido a que dichos componentes son inexistentes.

La localidad que ocupa el presente estudio es San Miguel Almaya, un pueblo establecido en el centro del Estado de México, en el límite oeste de la Sierra de las Cruces, pertenece al municipio de Capulhuac. Se calcula que su extensión territorial es de 654 hectáreas (6.540 km<sup>2</sup>). Esta localidad, como muchas otras en el país, cuenta con recursos naturales que se ven deteriorados por la forma en que se gestionan sus Residuos Sólidos Urbanos.

Figura 4. Croquis de localización de San Miguel Almaya.

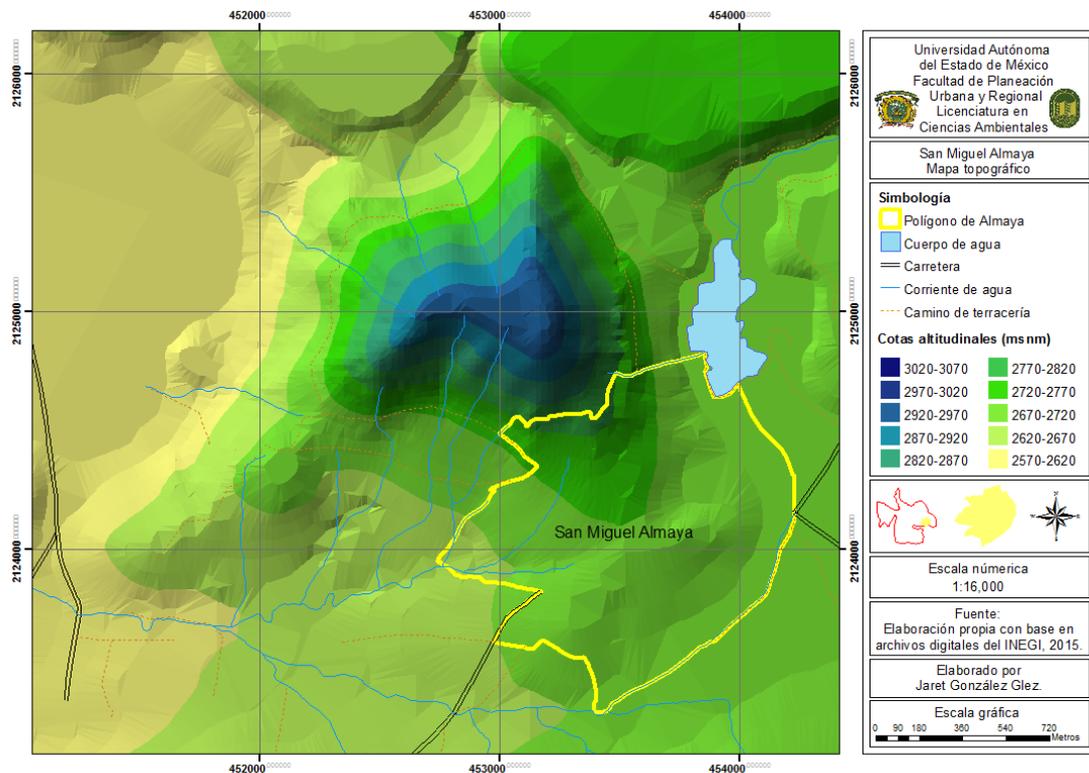


Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en INEGI, 2015.

#### 4.1.1 Subsistema biofísico

Geográficamente, la localidad se encuentra en el límite geográfico entre la Sierra de las Cruces y el Valle de Toluca, en la subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac, que es parte de la provincia fisiográfica Sistema Volcánico Transversal; está asentada sobre la ladera sureste del inactivo volcán Quilotzin.

Figura 5. Mapa topográfico de San Miguel Almaya



Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en INEGI, 2015. Consulte el Anexo cartográfico.

Su sistema de topografías dibuja relieves potenciales para ser utilizados como depósito de residuos sólidos. Debido a la antigua notable actividad volcánica de sus alrededores, los suelos son tan porosos como fértiles (andosol, cambisol, gleysol, vertisol, litosol), propicios para infiltración. La aptitud del suelo ésta dividida entre lo forestal-de conservación, y el uso agrícola-pecuario (FAO, 2007; Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011).

Las características del clima son las propias del templado subhúmedo en su variante más húmeda, C (W2) (w), con lluvias en verano; precipitación pluvial media anual de 1025-1075 mm<sup>3</sup>, temperatura media anual de 12-15°C, una media máxima de 29°C durante la temporada primavera-verano, y una media mínima de 0°C durante el invierno. El clima es producto de la altitud, ya que la población se encuentra a una altura de 2728 msnm (Mendoza, 2004; Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011; INEGI, 2010 a).

El territorio está cruzado por corrientes de agua (la mayoría son intermitentes), la principal es el “Arroyo Muerto”; que desemboca en la Laguna de Almaya, la cual ocupa un área aproximada de 40 000 m<sup>2</sup>, un volumen de 2 000 m<sup>3</sup>, y un diámetro de 250 metros; también es alimentada por varios manantiales que surgen en su contorno gracias a la gran capacidad de recarga que posee la Sierra de las Cruces. La población tiene posesión legal sobre estos manantiales, con ellos abastece una parte de su demanda diaria de agua. Debido a su altitud por encima de los 2 700 msnm, la localidad forma parte de la zona de recarga del acuífero de Toluca, por ello es importante conservar su ambiente natural. Todas estas características dan cabida a una vegetación de bosque templado en dos modalidades: bosque de coníferas (Pinus, Abies y Cupresus), y bosque de latifoliadas (Quercus), es decir bosque de pino-encino, con una extensión de 125-185.7 hectáreas (1.25-1.857 km<sup>2</sup>); debido a la alteración del bosque nativo, existe una sucesión vegetal de matorrales inermes o pastizales inducidos (Mendoza, 2004; Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011). Los usos de suelo en el año 2006 eran:

Uso del suelo	Superficie	
	Hectáreas	Porcentaje (%)
Agrícola	306.5	46.9
Forestal	125.5	19.2
Mixto	94.6	14.5
Urbano	48.1	7.4

Matorral	43.7	6.7
Barranca	23.7	3.6
Laguna	11.8	1.8

Fuente: Serrano cit por Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011.

Este contexto natural (suelos poroso que permiten la infiltración, relieve de laderas con corrientes intermitentes), favorece la presencia de barrancas que funcionan como acumuladoras de residuos sólidos, mismas que se convierten en focos de contaminación; situación grave debido a que la localidad se encuentra dentro de un área de recarga hídrica y de paisaje boscoso, recursos en los que se ve reflejada la magnitud del impacto ambiental del manejo de sus residuos.

#### 4.1.2 Subsistema cultural

Almaya es un poblado antiguo, su origen se remonta aproximadamente al año 1462, por lo tanto, es una población prehispánica de marcados rasgos indígenas. Las leyendas, plasmadas en crónicas, cuentan que Almaya fue fundada por Quilotzin, hermana menor de Malinalxochitl, la señora de Malinalco; cuyos súbditos, una vez asentados en el “Cerro Azul”, se mezclaron con habitantes del reino cercano de Atlapulco, formando una alianza (Cronista de Almaya, s/f).

La palabra Almaya se deriva del náhuatl, significa “agua que se extiende en la

Figura 6. Glifo de Almaya



Fuente: Cronista de Almaya, 2000 cit. Por Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011, p. 110.

explanada”. El glifo de la comunidad hace alusión a que la población nació de un convenio entre otomíes y mexicas para establecerse en el territorio de Atlapulco (Cronista de Almaya cit. por Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011). Fue durante la ocupación española, debido a la evangelización de la zona, que se le otorgó a San Miguel Arcángel como

“Santo Patrono”, de ahí que actualmente se llame San Miguel Almaya. Es considerada una Localidad Indígena por el Catálogo de Localidades Indígenas 2010 (INEGI, 2010 b).

El pueblo celebra dos fiestas patronales, la primera en mayo 8, y la segunda en septiembre 29. Durante estas dos festividades, el pueblo recibe numerosos grupos de peregrinos provenientes de pueblos vecinos, municipios cercanos e

incluso de otros estados. Ambas celebraciones poseen rituales y rasgos indígenas

Además, Almaya ha conservado una forma de trabajo comunitario denominado faenas. En una faena se reúne la población de la comunidad, personas que cuentan con un expediente que registra sus contribuciones al pueblo (hombres de 18 a 60 años, mujeres casadas o con hijos). Las faenas se derivan de acuerdos entre la población y las autoridades locales para llevar a cabo actividades que requiere la comunidad, en las cuales las mujeres generalmente apoyan con el alimento; en caso de no dar el servicio de la faena, la contribución es monetaria. A pesar de que los habitantes del pueblo concuerdan en que esta forma de trabajo es de gran beneficio para el desarrollo de la comunidad, ellos mismos señalan que se ha ido debilitando (Sánchez y Díaz, 2002). Cada faena registrada en el expediente del vecino, le otorga derechos a los servicios públicos y a los permisos de construcción de viviendas o negocios.

Puesto que es una comunidad rural, los hábitos alimenticios apuntan a la tradición de consumir comida natural hecha en casa, es decir, que origina gran cantidad de residuos orgánicos; sin embargo, dada la apertura económica y cultural al consumo, la tendencia de consumir productos con envolturas plásticas ha ido en aumento, ampliando la gama de residuos que se generan hacia los más sintéticos.

#### **4.1.3 Subsistema económico-social**

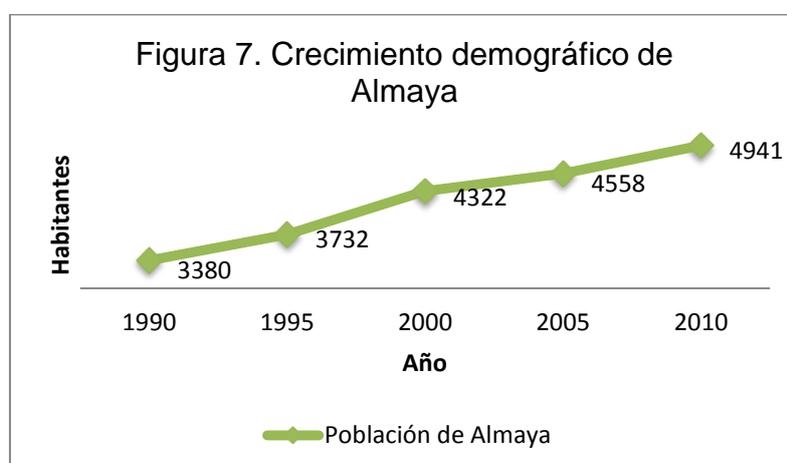
La localidad está considerada dentro de una zona, parte del Valle de Toluca, que se encuentra en constante urbanización, por lo que la concentración de población aumenta mientras sus actividades económicas cambian. La actividad agropecuaria fue por mucho tiempo la labor principal, durante la última década del siglo XX se vio deteriorada por factores como los precios bajos de los productos, la baja productividad de las tierras, escasa asistencia técnica-crediticia a los productores, la disminución de apoyos a la comercialización, etc. La ganadería, basada en la producción de ovinos para obtener tanto lana como carne, se debilitó a principios de los años ochenta, por el decremento del consumo de lana para el tejido de suéteres de Guadalupe Yancuitlalpan, de quien fuera un proveedor importante de lana; y por la disminución de consumo

de carne para elaboración de barbacoa en Capulhuac, de quien fuera proveedor de carne de ovino (Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011).

Ante tal contexto, el sector terciario ha crecido de manera importante, sobre todo en la década de los 90s, específicamente en el comercio de comida y ropa; tanto fijo como ambulante, atendido como negocio familiar. Lo que da una idea de la clase de residuos que se generan en la localidad: los plásticos en gran medida, el papel de aluminio, el unicel.

La mayor parte de población recibe de uno a dos salarios mínimos; salarios inferiores en comparación con el estado y municipio, pues el rubro de cinco o más es el de menor proporción (Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011, p. 113).

En cuanto a demografía, la figura 7 muestra el crecimiento histórico de su población. La población contaba en 2010 con 4,941 habitantes, cuyo grado promedio de escolaridad era de 9.35 años, es decir, poco más de la educación secundaria. (INEGI, 2010 a). Esto sobrepasa el grado de escolaridad promedio nacional del mismo año, e incluso el resultante de la Encuesta Intercensal 2015, que eran de 8.6 años y 9.1 años respectivamente (INEGI, 2017). Estos datos numéricos dan idea de una población con posibilidades de desarrollo, lo cual se puede atribuir a la cercanía tanto del Valle de Toluca como del Valle de México (ello significa acceso a la infraestructura educativa sus ciudades homónimas), al deseo de la población por progresar y servir a su gente. De igual manera, el grado educativo propicia la conciencia ambiental, así como el sentimiento de responsabilidad social; lo cual vuelve a la población susceptible de aceptar el cambio que implica el presente proyecto.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 1990; INEGI, 1995; INEGI, 2000; INEGI, 2005; INEGI, 2010 a. Consulte el Anexo estadístico.

La población aumentó en 942 habitantes durante la década de 1990 al 2000 (95 habitantes en promedio al año), y en 619 habitantes del 2000 al 2010 (62 habitantes al año).

Entre su infraestructura se encuentra una delegación municipal, un templo religioso, una capilla, un panteón en desuso más uno en uso; dos guarderías, dos jardines de niños, dos escuelas primarias, una escuela secundaria, una escuela preparatoria técnica, una casa de cultura, una biblioteca pública, un centro de salud público comunitario; además se cuenta con red de drenaje, agua potable, alumbrado público, recolección de basura, y pavimento en la mayoría de las calles.

#### **4.1.4 Subsistema político-administrativo**

En el siglo XX, con la Reforma agraria, el reparto de tierras y la formación de ejidos, San Pedro Atlapulco se convirtió en un ejido, con Almaya entre sus tierras comunales. Sin embargo, puesto que la división municipal no coincidió con la división ejidal, el ejido de Atlapulco quedó dividido. Almaya pasó, administrativamente, a formar parte del municipio de Capulhuac de Mirafuentes, mientras el resto del ejido se fue asignado al municipio de Ocoyoacac. Esta división provocó un conflicto entre las dos poblaciones, San Pedro Atlapulco desconoció a Almaya como parte suya, quedando este bajo el control de Capulhuac.

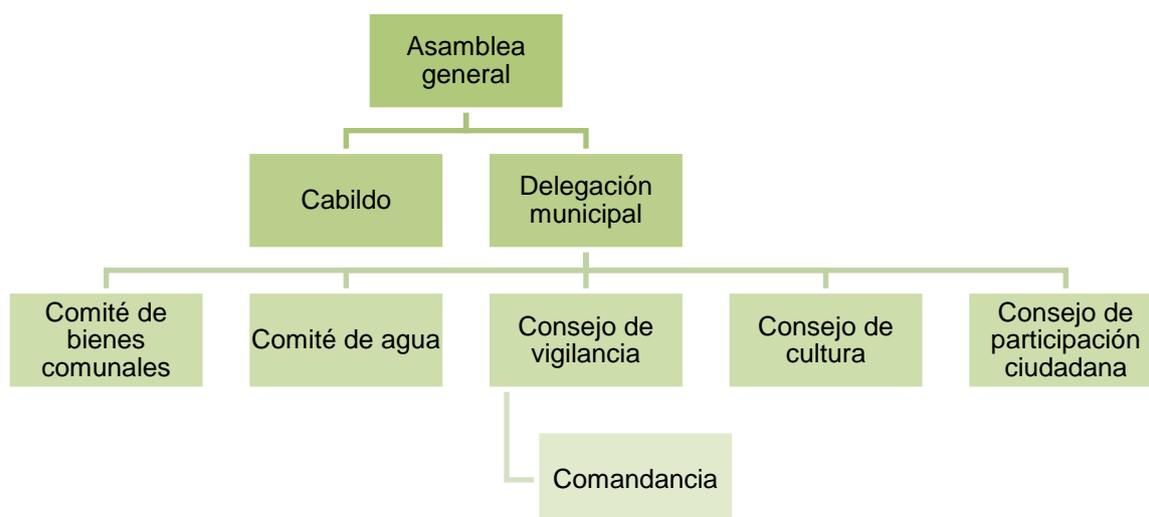
Capulhuac veía en Almaya una fuente de recursos tanto naturales como económicos. Intentó tomar posesión de sus manantiales de agua para abastecer a la cabecera municipal e intentó cobrar impuestos, intenciones que Almaya no aprobó ni apoyó, puesto que eran contrarias a su forma tradicional de autodeterminación por *usos y costumbres*. Ante la negativa de Almaya a subyugarse, Capulhuac amenazó con negarle el apoyo económico federal proveniente del presupuesto asignado al municipio, cosa que terminó haciendo.

Así, Almaya se desprendió tanto de su ejido como de su municipio, quedando sin el apoyo de ninguno de los dos, pero teniendo que responderles a ambos en las cuestiones correspondientes a trámites de propiedad de la tierra ante Ocoyoacac, y trámites de ciudadanía ante Capulhuac.

Al ser una localidad indígena, conserva sus formas de autodeterminación, que tuvo que adaptar a la forma de administración de Capulhuac de Mirafuentes. Si bien cuenta con una delegación municipal que reporta sus actividades al H. Ayuntamiento de Capulhuac, Almaya se rige por sus *usos y costumbres*; así, tiene un gobierno propio formado por una Asamblea General, un Cabildo y autoridades locales. La Asamblea es una reunión en pleno de la población en general, donde se tratan diversos asuntos, principalmente los relacionados al desarrollo comunitario; se realiza ordinariamente cada año, o de manera extraordinaria cuando se requiere resolver algún asunto urgente para la comunidad; esta tiene la facultad de tomar decisiones respecto del desarrollo local; en ella se elige a los delegados locales cada tres años, así como al resto del gabinete local (Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011). Esta forma de organización está amparada por la Ley de Derechos y Cultura Indígena, que reconoce a Almaya como comunidad otomí-nahua, y le concede capacidad para autorregirse con cierta autonomía. Significa que a través de la Asamblea se autorizan los proyectos importantes que atañen a toda la población.

La sede física de las autoridades locales es la Delegación Municipal. Las funciones de todos los miembros de la Delegación se realizan sin goce de sueldo; además de que a la fecha no existe un documento oficial que especifique, designe o regule las actividades de la Delegación ni de ninguno de los comités que la integra.

Figura 8. Organigrama de la Delegación Municipal de Almaya



Fuente: Elaboración propia, 2017, con base en investigación.

## **4.2 Diagnóstico del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos**

Con base a las etapas del proceso de del manejo de RSU, se describirá la situación de los residuos en San Miguel Almaya, para que después de manera conjunta con las características de su contexto, se construya el diagnóstico que será la base para una propuesta de manejo sustentable de los residuos.

### **4.2.1 Metodología para indagar el Manejo de Residuos Sólidos Urbanos**

Con el propósito de identificar el volumen de generación de residuos sólidos generados en la localidad, y su composición, se llevó a cabo un muestreo con base a las Normas Mexicanas NMX-AA-61-1985: sobre determinación de la generación la NMX-AA-15-1985; para el método de cuarteo la NMX-AA-22-1985; para la selección y cuantificación de subproductos; tales normas fueron utilizadas en ése orden, aunque aparentemente no están diseñadas para ser realizadas de forma conjunta en una misma ocasión, ya que sus disposiciones no sólo no se complementan, sino que difieren en los materiales a utilizar, en que algunos de los datos que se requieren en una cédula se necesitan para otra, y que cada norma tiene un glosario propio cuando existe una norma específica, la NMX-AA-91-1987, para definir los términos utilizados en las cuatro normas.

Si bien los procedimientos que estas normas contienen al parecer están pensados para aplicarse en la escala municipal, en este caso se trata de una localidad que en 2010 albergaba 4 941 habitantes, y que para el 2017 con seguridad ronda los 5 mil habitantes; por ello fueron utilizados los procedimientos generales de las normas con algunas modificaciones pertinentes para el caso.

La NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación, fue la que presentó mayores inconvenientes para su aplicación en la localidad de estudio. Esta indica que se debe calcular una muestra de viviendas para pedir a sus habitantes que realicen la separación primaria de sus residuos; el muestreo se hace cada día durante siete días, se pide a las familias que usen una bolsa de basura cada día, se recogen cada mañana para trasladarlas a un lugar pavimentado y techado (de preferencia), a fin de realizar las otras dos Normas Mexicanas.

La dificultad de esta norma radica en que, estadísticamente es motivo de dilema el número de viviendas a muestrear (300 viviendas por estrato económico), los

recursos tanto económicos como humanos de los que se debería disponer para realizarla correctamente son cuantiosos, y depende de la disponibilidad de las familias a aceptar participar en la prueba durante una semana completa, estos aspectos podrían comprometer los resultados e incluso su ejecución.

Para el caso de Almaya, se programó de la manera siguiente:

- 1) Al no haber una significativa estratificación económica, elegir una vivienda por calle, con lo cual se estarían muestreando los residuos de 42 viviendas.
- 2) Pedir el apoyo de la familia que habite la vivienda para la separación primaria de sus residuos en bolsas diferentes cada día.
- 3) Recoger las bolsas de residuos al día siguiente del que fueron generados.
- 4) Transportarlos a un lugar pavimentado y techado para realizar las otras tres normas, y
- 5) Disponer de los residuos muestreados después de su utilización en las pruebas que cada Norma propone.

Sin embargo, dadas las circunstancias que se describirán en adelante, se decidió llevar a cabo algunos cambios a la planeación inicial, incluso no seguir literalmente las normas. Así, se procedió de las siguientes maneras:

- De las 42 viviendas tentativas, sólo se muestrearon 30. Los motivos fueron diversos: algunas calles estaban deshabitadas, o no se encontraron a sus habitantes en el momento de informarles que formaban parte de la muestra, las familias no aceptaron, o bien, durante los siete días de la recolección jamás fueron encontradas y fueron descartadas del ejercicio.
- Si bien, la recolección estaba planificada para llevarse a cabo al día siguiente de la generación, casi la mitad de las familias prefirió que se les recolectara cada dos días; así, la recolección quedó dividida en dos partes: mientras la mitad de la muestra fue recolectada un día, la otra mitad lo fue al día siguiente, es decir que a cada parte de la muestra se le recolectaban sus residuos cada dos días. Además, cinco de las familias pidieron la recolección durante la noche, entre las 19:00 y las 21:00 horas.

- Aunado a lo anterior, la mayor parte de la población muestreada expresó realizar algún tipo de reciclaje con sus residuos; haciendo compostas caseras con los orgánicos o utilizándolos como alimento para animales domésticos; en el caso de los inorgánicos, separar los materiales susceptibles de venderse para llevarlos a centros de acopio. Estando al tanto de estas situaciones, se optó por no recolectar los residuos orgánicos (sólo pesarlos en el momento de la recolección para registrarlos) a fin de que el generador pudiera aprovecharlos; en el caso de los residuos inorgánicos, sólo recoger lo que ellos consideraran que ya no utilizarían, permitiéndoles quedarse con los susceptibles de venderse.

Todas estas situaciones contribuyeron a crear algunos sesgos en el muestreo, realizado del 7 al 13 de septiembre del año 2017; a continuación, se presentarán los resultados del muestreo, junto con un escenario de cómo sería la generación si los sesgos no existieran.

Además del muestreo, gran parte de los datos descriptivos se obtuvieron de comentarios de los ciudadanos o miembros de la Delegación municipal.

#### **4.2.2 Etapas del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos**

El manejo diferenciado de residuos se compone de cinco etapas principales, como se había tratado anteriormente, estas son: Generación, recolección (que puede ser mixta o separada), tratamiento, transferencia (que puede ser directa o indirecta), y disposición final; las cuales se complementan con algunos procesos más (SEMARNAT, 2006). La descripción del manejo de residuos en Almaya, expuesta a continuación, corresponde a estas cinco etapas principales y a los procesos complementarios existentes.

##### **a) Generación y composición**

En este caso, los resultados obtenidos del muestreo y la caracterización de residuos revelan que la generación per cápita de Almaya, es decir, la cantidad de residuos (basura) que una persona produce durante un día, es de 0.384 kg, la cual es baja con relación al promedio nacional de 0.852 (2010). A pesar de que no se cuenta con los resultados de población por localidades de la Encuesta Intercensal 2015, en 2010 Almaya registró 4 941 habitantes, por lo que la

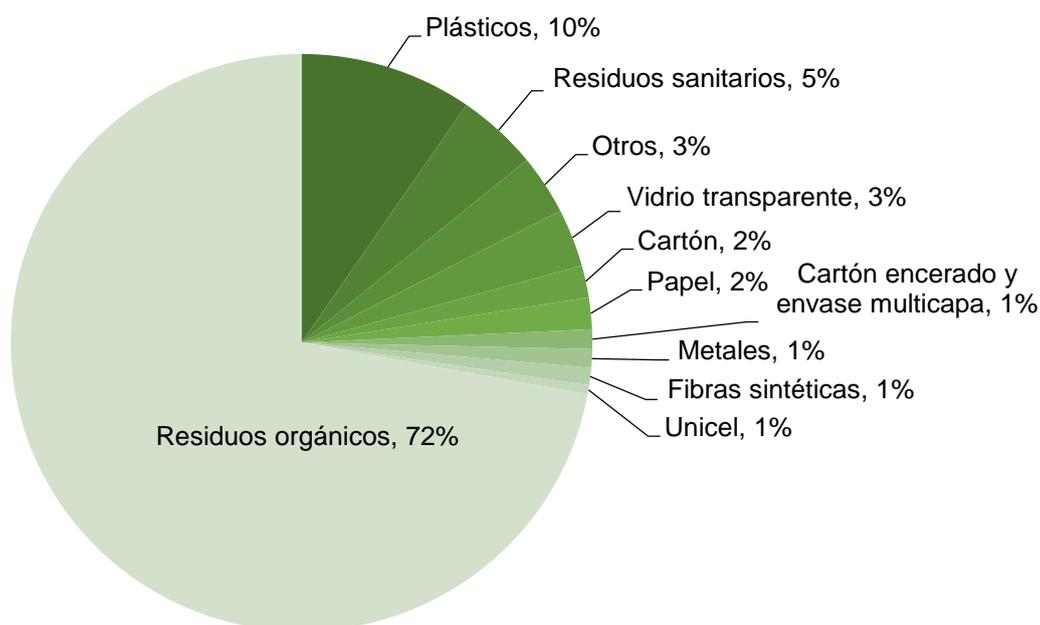
generación total diaria se calcula de 1 897.356 kg, (1.897 toneladas) casi 2 toneladas diarias de residuos. La composición es la siguiente:

Tabla 3. Composición diaria de los Residuos Sólidos Urbanos de Almaya		
Tipo de residuo	Subproducto	Peso (kg)
Residuos orgánicos		1 371.459
Residuos inorgánicos		529.950
	Plásticos	182.376
	Residuos sanitarios	85.696
	Otros	63.751
	Vidrio transparente	61.745
	Cartón	34.033
	Papel	33.707
	Cartón encerado y envase multicapa	20.866
	Metales	19.750
	Fibras sintéticas	18.258
	Unicel	9.768
	Total	1 901.408

Elaboración propia, 2017, con base en investigación.

Gráficamente la composición es como sigue:

Figura 9. Composición porcentual de los Residuos Sólidos Urbanos de Almaya



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Evidentemente, la mayor generación corresponde a los residuos orgánicos, cuyo tratamiento es el compostaje. Los restantes residuos inorgánicos, pueden recuperarse o disponerse.

A pesar de que algunos de estos residuos significan un peso muy bajo dentro de la composición (unicel, cartón encerado, envase multicapa), en realidad representan un gran volumen y una recuperación difícil. Por ello no deben ser subestimados en la transferencia, pues implican más complicaciones de las aparentes, además de que su valor en el mercado es prácticamente nulo.

Es importante mencionar que, la cédula de resultados de la NMX-AA-22-1985 sobre selección y cuantificación de subproductos, sugiere separar y cuantificar 26 subproductos, lo cual le concede complejidad; por ello, para utilizarla en la presente investigación, fue simplificada para los 11 subproductos identificados dentro de la generación de Almaya.

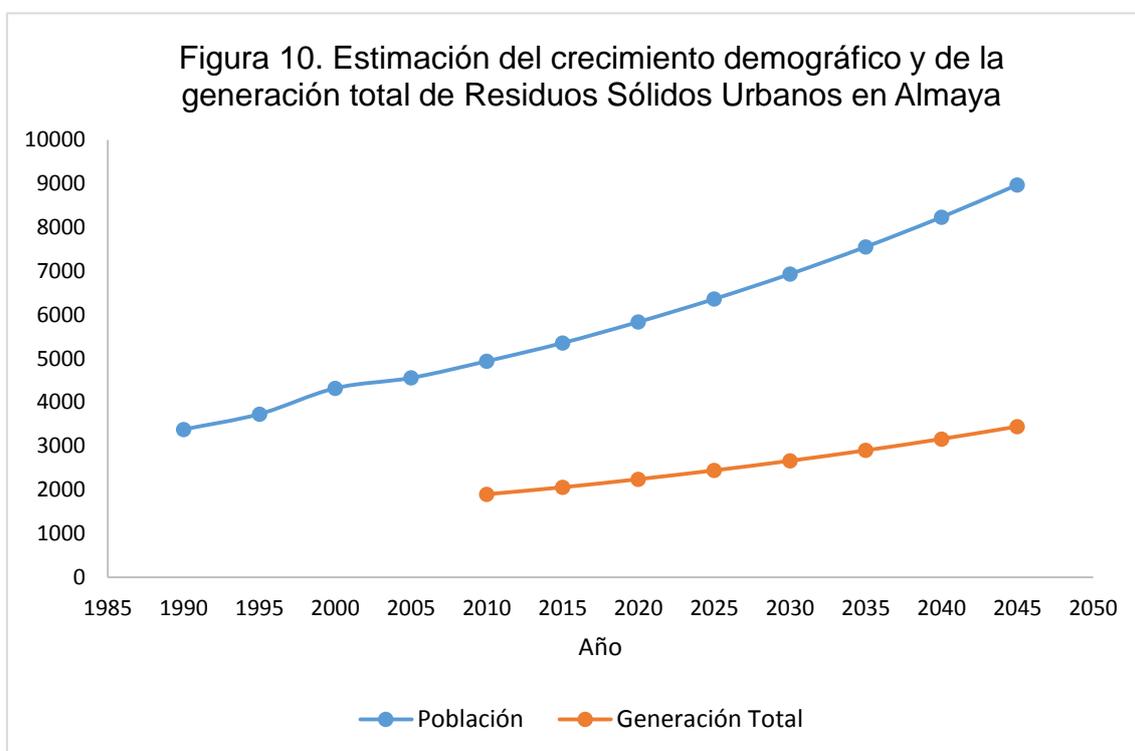
Estos 11 subproductos corresponden únicamente a los RSU, sin embargo, se encontraron residuos que corresponden al rubro RME e incluso RP. En este aspecto, la siguiente tabla muestra estos resultados complementarios que forman parte de los residuos generados por la población local, y deben ser tomados en cuenta dentro de las propuestas para el manejo.

Tabla 4. Generación de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial en Almaya			
Tipo de residuo	Subproducto	Generación semanal (kg)	Generación mensual (kg)
Peligrosos	Residuos Médicos	42.424	183.839
	Pilas alcalinas	nd	nd
De Manejo Especial	Residuos electrónicos	7.667	33.224
nd: no disponible			
Fuente. Elaboración propia, 2017, con base en investigación.			

En la tabla anterior, los residuos médicos hacen referencia a los Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos (RPBI). De los que se encontraron jeringas con aguja, envases de medicamentos, torundas secas y guantes de látex. Aunque no fueron encontradas pilas alcalinas entre los residuos muestreados, un ex miembro de la Delegación Municipal expresó haber visto pilas entre los residuos que la población entrega a la recolección, también hubo ciudadanos que manifestaron tener este residuo en casa, reservado a la espera de una oportunidad para disponer de ellas, lo cual supone su existencia, así como la disposición de la población para participar de su correcto manejo.

Generalmente, dada la forma del manejo de residuos, se infiere que el crecimiento de población influye directamente en el volumen de residuos

generados, es decir que el aumento en la generación de residuos es proporcional al aumento de la población. La figura 10 muestra el crecimiento histórico de la población local hasta 2010, su estimación cada cinco años hasta el año 2045 y la estimación de la generación total de residuos, basado en el supuesto de que la generación per cápita del año 2017 se mantenga constante.



Fuente: Elaboración propia, 2017. Consulte el Anexo estadístico.

En cifras, la Figura 10 se explica como sigue:

Tabla 5. Estimación del crecimiento demográfico y de la generación total de Residuos Sólidos Urbanos en Almaya

Año	Población	Generación total (kg)
1990	3 380	n/d
1995	3 732	n/d
2000	4 322	n/d
2005	4 558	n/d
2010	4 941	1 897.356
2015*	5 357	1 897.344
2020*	5 838	2 057.047
2025*	6 362	2 241.727
2030*	6 933	2 442.987
2035*	7 556	2 662.317
2040*	8 234	2 901.337
2045*	8 973	3 445.682

\* es años para los cuáles los datos fueron estimados.  
n/d es no disponible

Fuente: Elaboración propia, 2017. Consulte el Anexo estadístico.

Esto apoya la premisa de que en Almaya, factores como el grado educativo, el sentimiento de afinidad hacia el territorio, el grado de ruralidad, las actividades económicas que realiza la población, entre otros; influyen en la conciencia ambiental de sus habitantes para adoptar acciones en favor de su ambiente local con un manejo más completo y correcto de sus RSU.

### **Separación en la fuente**

Al ser Almaya una población de tradición campesina, a pesar de los cambios que la modernización les ha implicado hacer, una buena parte de la población sigue dedicándose al sector primario por tradición. Es esta parte de la población la que separa los residuos orgánicos de los inorgánicos, a fin de llevarlos a sus parcelas para usarlos como abono. De igual manera, una parte de la población realiza la separación secundaria de los residuos inorgánicos, en metales, PET, papel, cartón, etc. para comercializarlos como reciclables y tener un pequeño ingreso extra.

Aunque no se cuentan con datos numéricos precisos al respecto, el muestreo sustenta que estas actividades existen, mostrando que 13 de las 30 familias muestreadas, hacían separación primaria previa al estudio. Si este indicador se pudiera extrapolar para reflejarlo en el resto de la población, alrededor del 40% de esta estaría separando sus residuos de manera voluntaria sin un programa de separación.

En este punto es importante resaltar que en la localidad la generación de residuos no depende por completo del ingreso económico de las familias, sino de la actividad económica a la que se dediquen, al tiempo que pasen en la localidad, e incluso a la disponibilidad de agua potable para el uso cotidiano. Así, por ejemplo, los comerciantes de prendas de vestir, comida o abarrotes, generarán más residuos que quienes trabajan en una oficina, o que quienes emigran durante el día para trabajar; las personas acostumbran usar productos desechables cuando existe una baja disponibilidad de agua potable, pues no deben limpiarse para volver a utilizarse, sino sólo desecharse.

En caso de que el reciclaje o el aprovechamiento de los residuos disminuyeran o dejara de realizarse, la generación de residuos inorgánicos podría llegar a ser del 40 o incluso el 50% de la generación total, como en muchos otros casos de

estudio, el cual es un escenario que debe contemplarse al momento de proponer un Manejo de Residuos Sólidos.

### **Barrido**

En la localidad de estudio no existe el barrido como un servicio público; por tradición las personas barren el frente de sus viviendas por las mañanas, sin embargo, esta costumbre se ha ido debilitando y perdiendo a lo largo de los años, con el paso de la ruralidad a la urbanización.

El barrido es necesario dentro de la población, pues se celebran dos fiestas patronales durante el año, varias festividades menores, existe un tianguis los días sábados; eventos que incrementan la generación de residuos en un plazo muy corto (de 1 a 3 días), estos terminan generalmente en las calles; deben ser recogidos a la brevedad posible para evitar que afecten la imagen escénica, o sean arrastrados por el agua o el viento hacia los cuerpos de agua cercanos y otros lugares.

#### **b) Recolección y transporte**

Es la Delegación Municipal, a través del Consejo de Participación Ciudadana (COPACI), quien realiza la recolección formal y pública, utilizando un vehículo compactador recolector de residuos, obtenido por gestión local en el año 2004. Este se considera propiedad del pueblo, pues no se encuentra concesionado a ninguna persona moral ajena a la localidad, es operado por los miembros de la Delegación Municipal, o por algún ciudadano cuyo expediente esté incompleto o atrasado, como un servicio para redimirse.

La recolección de los residuos es tanto mixta como separada; se hace de puerta a puerta, es decir que, el vehículo recolector parte siempre del mismo punto, la Delegación Municipal, recorriendo las calles, deteniéndose al paso en cada vivienda para recibir los residuos de mano propia de los generadores. Esto significa una diferencia notable en comparación con la cabecera municipal, donde la recolección es sobre la acera; es decir, los ciudadanos dejan sus residuos afuera de sus domicilios, por la noche, para que el vehículo recolector los recoja a la mañana siguiente; con lo que estos quedan expuestos a la intemperie y a saqueos por parte de la fauna urbana.

Se recolecta dos veces por semana en las casas habitación (lunes y viernes), un día por semana a las escuelas y al templo religioso de la localidad (miércoles). La recolección se divide en dos recorridos seguidos, el primero termina cuando el vehículo compactador se llena, en ése momento la recolección se detiene, se llevan los residuos hasta el tiradero, para después continuar la recolección; sin embargo, debido a la irregularidad del terreno y lo estrecho de algunas calles, la recolección no cubre la totalidad de la localidad.

Existen 10 recolectores independientes, es decir que no pertenecen ni a la Delegación ni al H. Ayuntamiento; prestan los servicios de recolección y transporte a cambio de una remuneración económica proveniente del generador. Entre ellos existe una zonificación para la prestación de sus servicios, que evita el acaparamiento. La existencia de esta actividad indica la necesidad de variar tanto los horarios como la frecuencia de la recolección. Las viviendas que no reciben la recolección del servicio formal, son atendidas por estos recolectores, que completan el servicio con su trabajo.

Por último, cabe mencionar que, si bien hasta el momento esta etapa es económicamente auto sostenible, en el futuro podrían presentarse situaciones relacionadas con la unidad recolectora (mantenimiento o cambio definitivo), que conlleven gastos difíciles de cubrir de forma inmediata con el presente financiamiento. Por ello es necesario tener formas alternativas de financiamiento o un fondo emergente para estos casos, pero sobretodo tomar conciencia de disminuir el volumen de residuos.

### **Acopio de materiales reciclables**

La recolección trae consigo el acopio de algunos materiales. Mientras se recolecta se van seleccionando los materiales reciclables (en buen estado) susceptibles de venderse. Lo cual da pie a cubrir los costos de la prestación del servicio, del mantenimiento de la unidad recolectora, así como al pago de una pequeña remuneración económica a quienes la operan.

En la localidad existe un Centro de Acopio (irregular, carente de la infraestructura y las autorizaciones pertinentes), más dos personas que compran estos materiales a la población en general. Por diversas razones, no se dispone de

datos cuantitativos al respecto. Hace falta un Centro de Acopio a cargo de la Delegación Municipal, disponible para toda la población.

### **c) Tratamiento**

En Almaya no existe un tratamiento formal de los residuos por parte de la Delegación municipal, sin embargo, el muestreo de residuos reveló que casi la mitad de las viviendas reutilizan sus residuos o elaboran compostas caseras.

Por el contrario, existen habitantes que eligen no pagar ninguna cuota para obtener los servicios de limpia, disponen ellos mismos de sus residuos, ya sea mediante la quema a cielo abierto o arrojándolos a los tiraderos.

No obstante lo anterior, muchos de los residuos que componen la generación total diaria de Almaya podrían ser recuperados para enviarlos a empresas recicladoras. Mediante el compostaje y el reciclaje, el 90.7% de la generación (1 723.935 kg diarios), mientras el restante 9.3% se eliminaría mediante incineración o disposición final (177.473 kg diarios).

### **d) Transferencia**

La transferencia se refiere a la acción de pasar los RSU de un vehículo recolector a un vehículo de transferencia (góndola) para que este último los transporte a un sitio de disposición final (relleno sanitario). En Almaya no se da esta etapa, pues los residuos que no fueron recuperados o aprovechados en las etapas anteriores, pasan directamente del vehículo recolector a la disposición final.

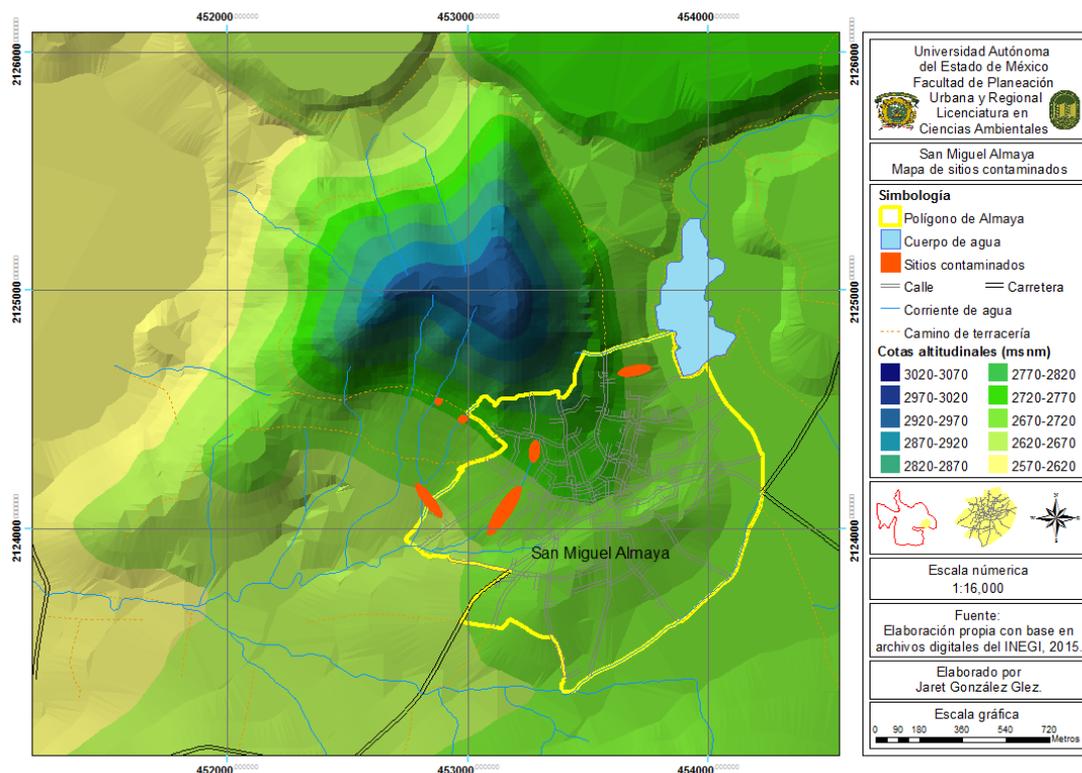
### **e) Disposición final**

En este caso, el sitio de disposición final es más bien un tiradero a cielo abierto, una barranca situada en los límites de la localidad, en la que son depositados los residuos de la población. Este lugar no cuenta con la infraestructura propia de un sitio de disposición final, ni se apega a las normas pertinentes. Sin embargo, en los últimos años se han hecho esfuerzos de acondicionar el área con el objetivo de convertirlo en un vertedero controlado, en el lugar laboran algunos segregadores informales (pepenadores), que recuperan algunos materiales reciclables a fin de venderlos a los acopiadores.

Además, aunque las autoridades y la población reconocen este sitio como oficial, al estar ubicada la población en las laderas de un cerro, existen un total de seis barrancas que son utilizadas para el mismo fin, esto incrementa las fuentes

infecciosas de contaminación tanto para la población local como para sus recursos naturales, al funcionar como vasos de acumulación de residuos; los lixiviados penetran en los suelos debido a la permeabilidad, pueden llegar a los mantos acuíferos, puesto que se encuentran en una importante zona de recarga hídrica; mientras que los olores atraen a la fauna nociva que luego funciona como vector (transmisor) de enfermedades, significando un riesgo sanitario.

Figura 11. Mapa de sitios contaminados con Residuos Sólidos Urbanos en Almaya



Fuente: Elaboración propia, 2017 con base en INEGI, 2015. Consulte el Anexo cartográfico y el Anexo fotográfico.

### 4.3 Criterios para la propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en San Miguel Almaya

El propósito de esta apartado es sintetizar las características del contexto de la comunidad con las del manejo de residuos, para identificar los preceptos que se tomarán en cuenta en la formulación del plan.

- Dadas las características topográficas, el tipo de suelo de Almaya, y la forma de disposición final de los residuos, se infiere contaminación del agua, suelo y aire, que afecta no sólo a la población local, sino a otras localidades, puesto que la contaminación se dispersa con facilidad. Este

es un punto prioritario a corregir, pues el territorio forma parte de la zona de recarga acuífera de la cuenca alta del Río Lerma.

- La forma de organización social, la necesidad de recobrar el sentimiento de pertenencia comunitaria, y los relictos de las costumbres respecto del barrido y el compostaje, posibilita la aceptación de la población hacia un proyecto para la recolección separada, así como para la educación ambiental y de disminución de la generación de residuos.
- Las pronunciadas pendientes que presenta la localidad (por encontrarse sobre una ladera), y la forma de recolección (de puerta a puerta) propicia que los costos de transporte sean elevados y que algunas zonas de la localidad no sean cubiertas por el servicio; lo cual deriva en que las personas dispongan de sus residuos ya sea quemándolos o llevándolos ellos mismos a las barrancas.
- Los recientes esfuerzos de las autoridades por acondicionar el tiradero muestran su interés por el tema, lo que los vuelve propicios para apoyar el presente proyecto.
- El hecho de que a los pobladores les interese la correcta disposición de los Residuos Peligrosos como las pilas alcalinas, refleja su compromiso para con la conservación y el cuidado del ambiente que los rodea. Se han de diseñar, en su momento, planes complementarios para el manejo de los RP y RME.
- No todos los habitantes querrán ser partícipes activos del proyecto, por lo se han de diseñar mecanismos que propicien la participación pasiva.
- La población acostumbra el aprovechamiento de sus residuos orgánicos y la venta algunos de sus inorgánicos, lo cual ha de incentivarse y promoverse; se han de formular los planes específicos para realizar estas actividades de manera comunitaria, es decir, planificar el compostaje comunitario, el barrido público y el acopio formal de materiales reciclables.
- Los recolectores independientes son parte importante de la comunidad y han de ser integrados como parte importante del servicio de limpia, otorgándoles un papel más activo dentro del manejo.

## **Capítulo 5. Proyecto para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos en San Miguel Almaya**

Una vez conociendo la situación del manejo de los residuos sólidos en la localidad de estudio, se procedió a formular el Plan de Manejo Integral para la localidad. Se han definido las actividades administrativas para la ejecución del plan, los lineamientos normativos, financieros, de educación y de monitoreo.

En la formulación del plan se utilizaron en gran parte las disposiciones contenidas en la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011 que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de México; en la 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 para el Estado de México, así como en los contenidos de la Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, entre otros documentos.

Con base a la definición de Manejo de residuos y sus componentes, tratados en el capítulo 1, se elaboró la propuesta de Plan. Cabe recordar que el manejo de residuos forma parte de la gestión, pues la gestión implica acciones normativas, administrativas, educativas, financieras, de monitoreo, supervisión y evaluación de los residuos entorno a los residuos, mientras el manejo se enfoca a las etapas de generación, recolección, transferencia, tratamiento, disposición final.

### **5.1 Objetivos del proyecto**

- Asegurar la prestación del servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos en todo el territorio de Almaya, a cargo de la Delegación Municipal.
- Reducir los impactos al ambiente y a los recursos naturales de la población.
- Reducir los impactos a la salud de la población local.
- Incentivar la prevención, valorización y recuperación de los RSU.
- Fortalecer la institucionalidad de la gestión integral de residuos.

Los **objetivos específicos** para este caso son:

- Plantear la necesidad de desarrollar un sistema de educación ambiental informal
- Reducir la generación de residuos no reciclables o no biodegradables.
- Incentivar la separación primaria de los residuos.
- Proponer la implementación del barrido público ocasional, y la recuperación del barrido tradicional.
- Proponer formas de recolección.
- Proponer una forma de tratamiento biológico comunitario para la degradación de los residuos orgánicos, y asesorar a los particulares para el compostaje domiciliario.
- Proponer una forma de eliminación inmediata de los residuos sanitarios y médicos de la localidad.
- Plantear la necesidad del saneamiento de los tiraderos a cielo abierto.
- Incluir la etapa de disposición final y proponer un relleno sanitario ya existente para llevarla a cabo.

## **5.2 Estrategias básicas**

- Desarrollo de un programa de educación ambiental no formal sobre el nuevo sistema de manejo de residuos sólidos
- Reducción de la generación de residuos no reciclables y no biodegradables
- Implementación de la recolección separada
- Compostaje de residuos orgánicos
- Reciclaje, valorización y reutilización de subproductos
- Disposición final en un relleno sanitario

## **5.3 Funcionamiento general del sistema de manejo**

La necesidad de un manejo diferenciado de Residuos Sólidos Urbanos en Almaya, basado en la teoría del Desarrollo Local Sustentable tomando en cuenta las formas de autodeterminación que la organización comunal, facilita la realización de acciones que apelen a la voluntad colectiva de contribuir al bien común. Por ello, muchas de las acciones dependen directamente de la

participación de la población en el proyecto como lo indican las costumbres y las características de la comunidad.

El siguiente flujograma muestra la estructura del funcionamiento del sistema de manejo propuesto para la localidad de Almaya, basado en el diagrama del manejo diferenciado explicado en el Capítulo 1.

Figura 12. Funcionamiento del sistema de manejo de Residuos Sólidos Urbanos de Almaya



Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en SEMARNAT, 2006.

El sistema propuesto implica la construcción de un conjunto de tres instalaciones principales:

- Una Estación de Transferencia Indirecta
- Una Planta de Compostaje, y
- Un Centro de Acopio

Los residuos separados primariamente, provenientes de viviendas, comercios y del barrido serán recolectados para llevarlos a la Estación de Transferencia; paralelo a esto, se habilitará un Centro de Acopio Comunitario para la recuperación voluntaria de subproductos, en conjunto se encargarán de realizar la separación secundaria de los residuos inorgánicos y seleccionarán algunos que tengan posibilidad de ser transformados en artículos de segundo uso a través del bricolaje, serán creados talleres específicos para este fin. La separación secundaria resultará en subproductos reciclables que serán vendidos; el restante de otros residuos serán los que se transfieran para su disposición en un relleno sanitario.

Es de gran importancia recalcar que, debido a que la mayor parte de las medidas propuestas apelan a la voluntad tanto colectiva como individual de la población local, sería necesaria la creación de un programa de educación ambiental para apoyar e impulsar todas y cada una de estas medidas, en particular aquellas que implican despertar empatía en los habitantes, como la recuperación del barrido tradicional, así como las que buscan disminuir la generación.

## **5.4 Estrategias de Manejo Integral de los Residuos Sólidos**

### **5.4.1 Prevención de la generación**

Esta estrategia implica el desarrollo de medidas que impidan la producción de residuos, ya sea parcial o completamente; la mayoría de estas medidas son parte de campañas de sensibilización sobre el problema, o el cambio de productos por parte de la industria (SEMARNAT, 2006).

En Almaya algunas de las prácticas de la población contribuyen a la disminución en la disposición de residuos así como al reaprovechamiento de los mismos, estas conductas delatan la conciencia ambiental ya existente entre la población, a pesar de lo cual es necesario desarrollar en el corto plazo un programa de educación no formal para asegurar la implementación y el funcionamiento del sistema de manejo; un programa que apoye de manera explicativa cada una de las etapas del manejo; que utilice materiales gráficos, visuales e incluso interactivos. Tal es la importancia de este aspecto, que llenaría los vacíos en las estrategias de manejo.

No es conveniente recomendar la disminución de los residuos orgánicos, pues eso significaría una disminución en el consumo de alimentos (evitar que las personas coman), además de un impacto directo a la economía local ya que una de las actividades económicas que se practican es la elaboración y venta de comida. Por ello, las propuestas para la eliminación de los residuos orgánicos siempre giran en torno al compostaje, mientras, la mayoría de las medidas de reducción en la generación de residuos van dirigidas a los inorgánicos, sobre todo a aquellos que no cuentan con un mercado para su valorización o cuyo reciclaje no es viable, ya que son los que van directamente a la disposición final.

El tema del cambio en los hábitos de consumo, basado en los residuos que genera es un tema un tanto polémico, pues se han de encontrar materiales que sustituyan a otros. Muchos son los criterios a seguir para esto, aunque los resultados no siempre son satisfactorios, pues de cualquier forma se generan residuos. Sin embargo, en este caso se recomienda sustituir un producto por otro cuando el residuo que va a generar sea biodegradable, reciclable o reutilizable. Por ello, se proponen medidas para la reducción en el consumo y para el aumento del reciclaje.

#### **A. Reducción del consumo de plásticos.**

El segundo residuo más generado en Almaya es algún tipo de plástico (10% de la generación total). Si bien es un sustituto para el vidrio, por ser su reciclaje más sencillo y viable, también se ha de reducir su consumo.

- Evitar el consumo de bolsas plásticas durante la compra diaria mediante el uso de bolsas reutilizables de tela o de canastas.
- Utilizar contenedores plásticos reutilizables para almacenar refrigerios para la escuela o el trabajo.
- Implementar el cambio de bolsas de plástico a bolsas de papel en los comercios locales, ya que estas tienen un ciclo de vida más corto, son reciclables, reutilizar e incluso se pueden compostar por ser biodegradables.
- Evitar el consumo de productos embotellados.
- Acopiar y reciclar los plásticos.
- Fomentar su acopio y reciclaje a través del programa de educación ambiental.

#### **B. Reducción del consumo de envases encerados y multicapa.**

En este caso, lo más encontrado fue el envase multicapa para productos lácteos.

Si bien el reciclaje de este tipo de contenedores es posible, las posibilidades son escasas y en México se encuentra todavía en una fase muy inicial. Así, existen dos opciones:

- Reducir el consumo de estos contenedores en favor del plástico y el vidrio, que tienen más posibilidades de reciclaje, además de un mercado de valorización más amplio.
- Reciclar y buscar posibilidades de reutilización para este tipo de materiales.

### **C. Reducción de la generación de residuos sanitarios**

Habiendo establecido cuáles son los residuos sanitarios, son pocas las medidas de reducción que se pueden proponer:

- Fomentar el uso de la copa menstrual en lugar de las toallas sanitarias y los tampones.
- Fomentar el uso de los pañales reutilizables de tela.

Aunque esta última medida es difícil de implementar, pues el ritmo de vida de la población impide poner atención a esta clase de cuestiones, esto aunado a la preferencia de los pañales desechables debido a su practicidad. Sin embargo, en los últimos años han surgido iniciativas en el mercado que ofrecen productos innovadores reutilizables y prácticos que son amigables con el ambiente. Esto, junto con el programa de educación ambiental, haría la medida un tanto más accesible.

### **D. Aumento del reciclaje de vidrio.**

El vidrio es sustentable, es un material que no contamina ni al producto que contiene ni al ambiente pues es 100% reciclable, además, los envases de este material pueden reutilizarse hasta 40 veces antes de que sea necesario reciclarlos; es un material inerte, por lo que no es necesario agregar químicos a su contenido para preservar su olor o su sabor, tampoco hace interacciones químicas con él, es impermeable, no se oxida ni se deforma por la temperatura o la humedad y no cambia su color ni sus propiedades con exposición a la intemperie (Prensa libre, 2014 y ÉPackaging, 2009).

El inconveniente es que en México se recicla menos de una quinta parte del vidrio que se consume, el resto termina en tiraderos o rellenos sanitarios; en el 2009 se recicló sólo el 19% de este material, se estima que la cifra se ha reducido hasta un 10% en los últimos años. El principal freno a su reciclaje es que no se separa de otros residuos para su recuperación, además de que debe ser separado por colores para que su valorización sea significativa. Por otro lado, las principales formas de recuperación son a) recuperar botellas en buen estado, que utilizan los productores artesanales, quienes las rellenan con su producto para poder venderlo y; b) la fundición artesanal o industrial para crear nuevos utensilios de este material (El Siglo de Torreón, 2012).

La ciudadanía no está acostumbrada a clasificar los residuos de manera tan específica como en subproductos, y la separación primaria no es suficiente para evitar que el vidrio se rompa durante su manejo, lo cual suele dañar las unidades recolectoras e incluso al personal de limpieza pública.

El debate en este sentido es que la reducción del consumo de vidrio implica un aumento en el consumo del plástico, pues es el sustituto más común. Así, existen dos opciones:

- Reducir el consumo de vidrio en pro del plástico (que es de reciclaje más sencillo) o
- Incentivar el reciclaje de vidrio.

Lo ideal sería incentivar el reciclaje de vidrio, lo que implica preferirlo al momento de comprar un producto. La verdadera cuestión es recuperarlo para después reciclarlo, para ello se necesita:

- Implementar su separación desde la fuente (para evitar que llegue suelto a las unidades recolectoras) con cuidado de no romperlo
- Colocarlos en contenedores rígidos que guarden todas sus esquirlas (para evitar que los empleados se lastimen) y
- Entregarlos a las empresas recicladoras o poner las botellas en buen estado a la venta para quienes las necesiten.
- Promover su separación, acopio y reciclaje a través del programa de educación ambiental.

#### **E. Fomento del reciclaje y el reúso del papel y el cartón.**

En Almaya existen 9 cibercafés y 8 papelerías que utilizan papel a diario. De momento prevalece la costumbre de utilizar sólo un lado de la hoja, dejando el reverso en blanco. Por ello las medidas serían las siguientes:

- Exhortar a los administradores de los cibercafés a utilizar las hojas de papel por ambos lados y a reutilizar las hojas impresas de un sólo lado.
- Las hojas de papel que ya no tengan posibilidad de reutilizarse, han de ser recicladas, es decir, poner en un contenedor exclusivo y ser entregadas al servicio de recolección pública, o bien, ser llevadas al centro de acopio.
- Incluir al papel y al cartón en el contenedor de los residuos inorgánicos.

- Fomentar su separación, acopio y reciclaje a través del programa de educación ambiental.

#### **F. Fomento del reciclaje de metales.**

Los metales (ferrosos y no ferrosos) son materiales maleables, resistentes; debido a su versatilidad se utilizan en la fabricación de una amplia gama de productos; aunque algunos de ellos pierden calidad al reciclarlos, la mayoría se mantienen prácticamente intactos en sus propiedades (Grupo Cipsa, 2017). Para este caso, las medidas de reaprovechamiento son:

- Incluir a los metales en los residuos inorgánicos. No es necesario separarlos de otros residuos.
- Fomentar su separación, acopio y reciclaje a través del programa de educación ambiental.

#### **G. Fomento de la reutilización de las fibras sintéticas**

Gracias al muestreo se sabe que se desechan ropa y otras fibras tanto sintéticas como naturales; una parte de estas tiene posibilidades de reutilización, el resto ha de disponerse. Las medidas para su manejo son:

- Implementar el acopio de las prendas de vestir en buen estado para su posterior re-venta como artículos de segunda mano, o como donaciones a damnificados.
- Incinerar de las prendas sin posibilidades de recuperación.
- Las prendas de ropa íntima no serán consideradas como susceptibles de recuperación.
- Buscar opciones de reutilización para las prendas en mal estado que, sin embargo, tengan potencial de recuperación parcial de sus tejidos.
- Fomentar su separación, acopio y reutilización a través del programa de educación ambiental.

#### **H. Minimización del consumo y reciclaje de unicele**

El unicele, técnicamente llamado Poliestireno Expandido (EPS por sus siglas en inglés) es uno de los materiales menos amigables con el ambiente, el residuo doméstico no peligroso más dañino para este. Esto se debe a que su

polimerización no es reversible (Anónimo, 2005), al contrario de otros plásticos, lo cual complica su reciclaje o reutilización.

No obstante la minimización, recientemente han surgido iniciativas privadas dedicadas al reciclaje de este material. Contando con esta perspectiva, las medidas a proponerse van en dos sentidos: reducir su consumo y, reciclarlo.

- Minimizar el consumo de unicel en favor del plástico o el cartón, los sustitutos más probables en la fabricación de embalajes y contenedores.
- Realizar un estudio de costo-beneficio para determinar la viabilidad del reciclaje del unicel en la localidad.
- Implementar el acopio del material.
- Canalizarlo a los centros de acopio o a las empresas recicladoras de este material.
- Fomentar su no consumo, separación, acopio y reciclaje a través del programa de educación ambiental.

#### 5.4.2 Separación primaria de residuos

Convencionalmente, la separación primaria consiste en clasificar los residuos generados en orgánicos e inorgánicos. Este caso la separación primaria requiere más que esas dos categorías.

La NTEA-013-SMA-RS-2011 (Gaceta del Gobierno, 2011) divide a las fuentes de generación de residuos en cinco clases (A, B, C, D y E), de las cuales sólo las clases A y B son competencia de la presente propuesta.

Fuente	Clase	Descripción	Residuos que genera
Doméstica	A	Viviendas unifamiliares y multifamiliares	Residuos Sólidos Urbanos
Comercio y de servicios	B	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, imprentas, estaciones de servicio, talleres, centros comerciales, terminales de transporte, bancos, escuelas, hospitales, reclusorios, centros gubernamentales, rastros, etc.	Sólidos Urbanos/ de Manejo Especial
Industrial	C	Cualquier industria de la transformación	De Manejo Especial
Construcción y demolición	D	Obras de construcción, remodelación y demolición	
Agrícola	E	Granjas, campos agrícolas, etc.	

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en Gaceta del Gobierno, 2011.

Siendo las categorías A y B las que competen a los planes locales de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (las categorías C, D y E requieren de planes de manejo específicos), cuyos involucrados son los que han de clasificar sus residuos. A continuación se presentan las especificaciones para la separación primaria (en categorías) de los residuos que generan estas dos clases, basadas en la NTEA-013, con las modificaciones pertinentes para el presente caso.

La propuesta de colores está basada en los propuestos por la NTEA-013, y la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT, 2015) de vigencia nacional. No es necesario que las fuentes generadoras cuenten con un contenedor de residuos de cada color para poder clasificarlos. Los colores asignados son para la recolección separada, es decir, que la unidad recolectora deberá contar con celdas de color para cada categoría de residuo.

Tabla 7. Colores para la separación primaria de residuos		
Categoría	Tipos de residuos que la componen	Color para su separación en la recolección
Orgánicos compostables. Desechos biodegradables derivados de la preparación y consumo de alimentos, del mantenimiento de jardines y áreas verdes, que pueden ser compostables	Restos de frutas, vegetales, carne, pescado, pasta, pan, cereal, productos lácteos, cascarones de huevo, dulces, galletas y pasteles, bolsas de té, filtros de café, tierra, plantas y flores de hogar, restos de animales y otros que pueden ser compostables.	Verde
Reciclables limpios y secos	Plásticos. Incluyendo bolsas. Cartón y papel Envases multicapa Metales. Incluyendo aluminio y lata. Otros que puedan ser reciclados	Gris
	Vidrio	Azul claro
Sanitarios.	Pañales, toallas sanitarias femeninas y papel sanitario, guantes de látex. Trapo y fibras textiles no reutilizables.	Blanco
Otros. Residuos de Manejo Especial Residuos Peligrosos	Cerámica y barro. Focos y lámparas. Pilas alcalinas, restos de aromatizantes artificiales.	Negro
Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en Gaceta del Gobierno, 2011; SEMARNAT, 2015.		

Los residuos clasificados serán llevados al complejo para su tratamiento. Los orgánicos irán directamente a la Planta de Compostaje; los reciclables serán llevados a la Estación de Transferencia para su separación secundaria; los residuos sanitarios serán incinerados de manera inmediata para su eliminación

definitiva; los *otros residuos* y los Residuos de Manejo Especial serán almacenados para ser transferidos a las empresas tratadoras correspondientes.

### **5.4.3 Barrido**

Se sabe que en Almaya existe la costumbre del barrido, lo ideal sería rescatar y preservar esta costumbre, sin embargo, la dinámica de urbanización presente complicaría la práctica exitosa de cualquier propuesta en este sentido, además de que ha habido iniciativas de esto por parte de la Delegación Municipal sin resultados visibles. Por ello, además de un programa específico para la recuperación del barrido tradicional, se propone la implementación del barrido público cuando sea necesario, a cargo de la Delegación Municipal, posiblemente como una actividad sujeta a faena.

- Se implementará el barrido público de las calles de toda la localidad, exceptuando las calles privadas o cerradas.
- Será realizado en los días ocupados por actividades o eventos que aumenten la generación de residuos, o en los que la autoridad local así lo disponga.
- La limpieza de los pozos locales de agua que se encuentran dentro de la zona urbana será parte de este servicio.
- Es responsabilidad del servicio de limpieza remover de la vía pública la fauna sin vida.

Esta actividad se propone sólo de manera ocasional, suponiendo el aumento del barrido tradicional y que la infraestructura de recolección (botes de residuos en las calles principales), disminuirá la presencia de residuos sólidos en la vía pública o en terrenos en desuso.

### **5.4.4 Recolección y transporte**

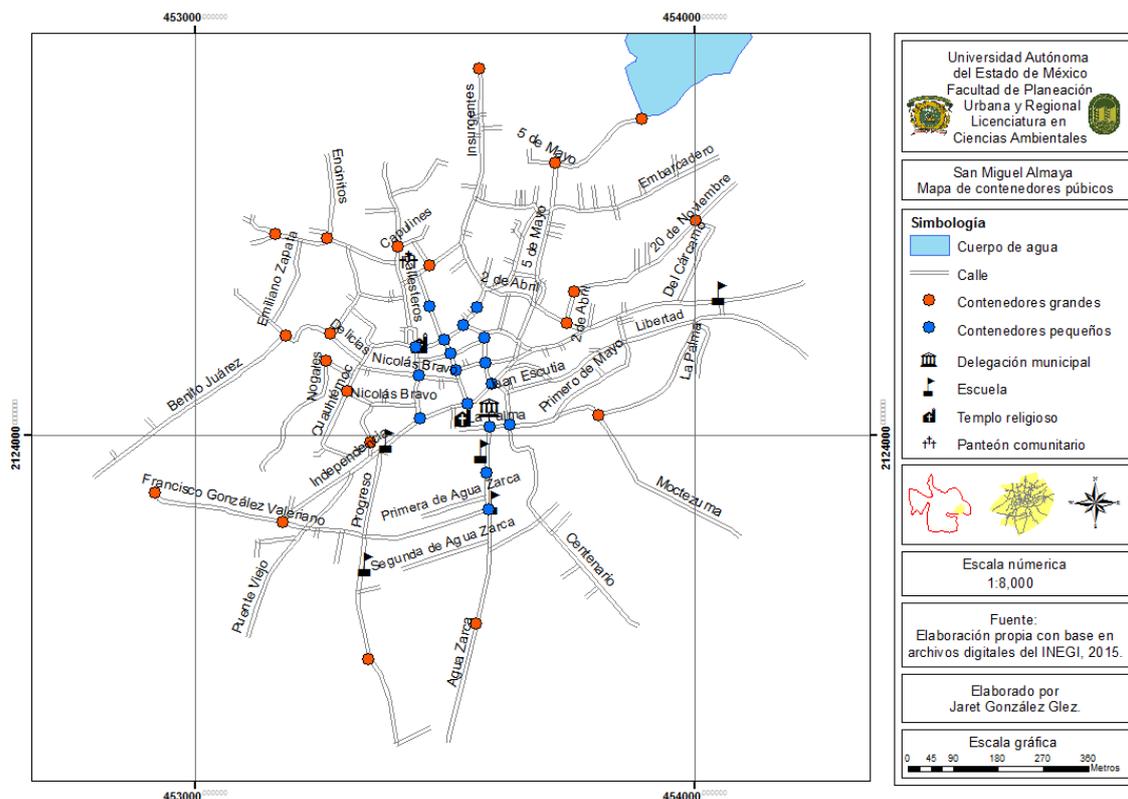
Esta etapa del manejo es una de las más conflictivas y demandantes del sistema, puesto que requiere de una logística compleja para realizar tanto la recolección como el transporte.

La presente propuesta implica la implementación de un sistema de recolección combinado como parte fundamental para funcionar. Debido a que la localidad se

encuentra asentada sobre la ladera de un cerro, las pendientes dificultan el acceso a algunos lugares para la recolección, por ello, entre las propuestas para brindar el servicio se encuentran la colocación de grandes contenedores y la recolección por secciones.

- **Colocación de contenedores.** Esta opción resolvería muchas complicaciones de logística para la recolección, sobre todo si se contempla la colocación de dos tipos:
  1. Contenedores pequeños de hasta 200 lt (posiblemente menos) de capacidad en vialidades. Conocidos como botes de basura para parques; habría de colocarse al menos dos de ellos (gris y verde) por calle, en el centro de la localidad, donde se concentran la población y las actividades económicas.
  2. Contenedores grandes en conjuntos de cinco, con capacidad entre 200 y 1000 lt. Llamados también contenedores industriales de basura, habrían de ser colocados en lugares estratégicos para las calles a las que las unidades recolectoras no tienen acceso. Los cuatro contenedores serían: Verde, gris, azul claro y blanco.

Figura 13. Mapa de ubicación de contenedores públicos de residuos



Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en INEGI, 2015. Consulte el Anexo cartográfico.

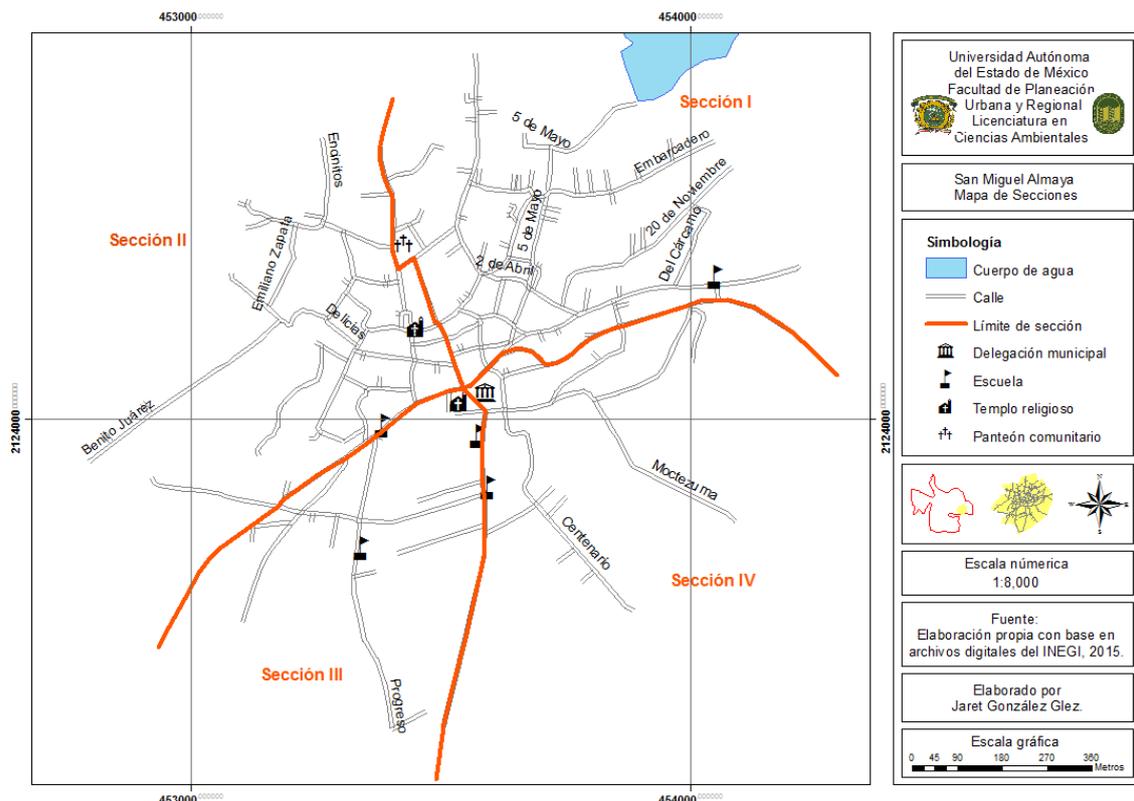
No se sugiere extender la segunda opción a toda la localidad debido al gran espacio que ocuparían los contenedores, a los costos que implicaría adquirirlos, y a las incomodidades que le generarían a la población.

- **Recolección separada por secciones.** Es una forma de recolección alternativa a las dos formas convencionales (en la acera, puerta a puerta). Se trata de hacer entre una y tres paradas por cuadra para recolectar los residuos de las viviendas.

Implica acondicionar la unidad recolectora con compartimentos o aditamentos para mantener la separación primaria. No se recomienda la separación secundaria en el vehículo, pues generaría contratiempos innecesarios.

Se propone la recolección en la zona urbana, obedeciendo la división de la localidad en secciones (I, II, III y IV), más una ruta para la recolección de residuos en la zona turística de La Laguna.

Figura 14. Mapa de división de San Miguel Almaya por secciones.



Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en INEGI, 2015. Consulte el Anexo cartográfico.

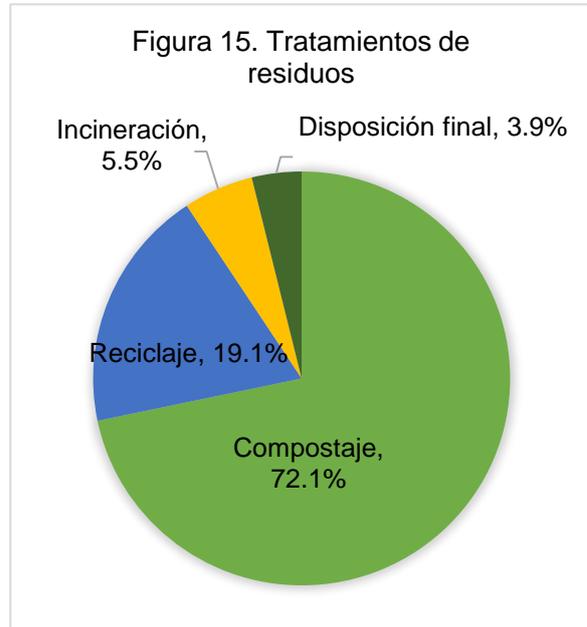
La recolección en los sectores I y II se hará los días martes y jueves de cada semana. La recolección en los sectores III y IV se hará los días miércoles y viernes de cada semana. Mientras, la recolección de residuos en La Laguna se

hará los días lunes de cada semana. Esta distribución de días para la recolección se plantea suponiendo la disminución en la generación de residuos y su.

### 5.4.5 Transferencia y tratamiento

Como se menciona anteriormente, se plantea la creación de un complejo de tres instalaciones para el acopio, el tratamiento y la transferencia de los residuos.

Una Estación de Tránsito Indirecta se caracteriza por realizar la separación secundaria de los residuos inorgánicos para su venta posterior. En este caso se plantea indispensable que la estación se apoye de un Centro de Acopio y una Planta de Compostaje.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Basado en los datos del diagnóstico, los tratamientos que deben utilizarse son los siguientes:

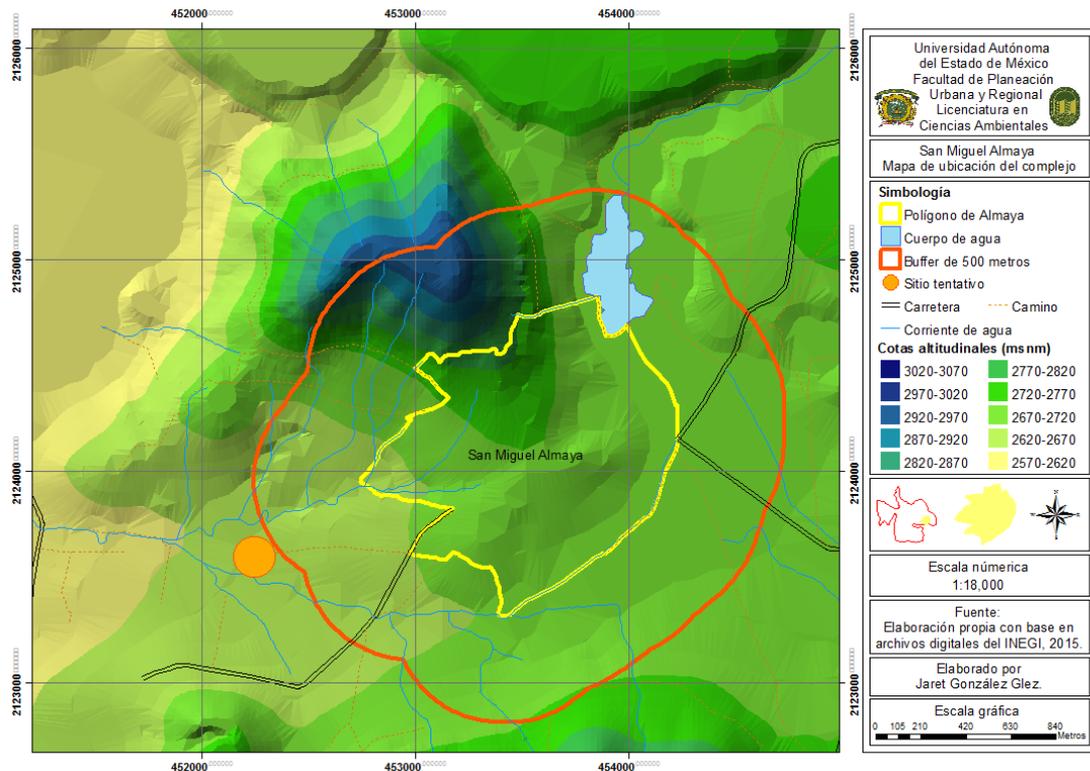
Tratamiento	Residuo
Compostaje	Orgánico
Reciclaje	Plásticos, vidrio, papel y cartón, envase multicapa, metales, uncel.
Incineración	Sanitarios, fibras textiles, fauna urbana sin vida.
Disposición final	Otros.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En Almaya, el tiradero utilizado para la disposición final ha sido absorbido por la urbanización, esto contradice las disposiciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; pues se deben respetar distancias perimetrales entre un tiradero y un asentamiento humano. Además, no existe espacio suficiente para erigir el complejo. Por ello se propone el saneamiento del tiradero; así como la construcción del complejo para el manejo de residuos en un lugar alejado al menos 500 metros de la población, en concordancia con la 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 para el Estado de México. Se sugiere una propiedad, cercana al “panteón nuevo” de la comunidad, que se encuentra a más de 550 metros de distancia del polígono urbano del poblado, se accede a él a través de un camino de terracería al que se accede por la carretera que va de San Miguel Almaya a la cabecera municipal de Capulhuac.

Figura 16. Mapa de ubicación tentativa del complejo para el manejo de residuos



Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en INEGI, 2015. Consulte el Anexo cartográfico.

### a) Compostaje

La elaboración de compostas es generalmente la única opción viable para el manejo de los residuos orgánicos. Se contemplan dos opciones: el compostaje convencional y, el compostaje por la técnica bocashi.

Para el compostaje convencional se recomienda la publicación *Cómo manejar y aprovechar la basura orgánica de las ciudades* (Quispe, 2010), que además de contener métodos de compostaje a gran escala, incluye un apartado sobre el compostaje casero, algo muy útil tomando en cuenta que varias de las viviendas muestreadas manifestaron llevar a cabo esta práctica. Ambas escalas implican

procesos controlados que, de manera organizada, ocupan relativamente poco espacio y son de manipulación relativamente sencilla. Las camas composteras de gran escala suelen tener una configuración horizontal (imagen a la izquierda), y están hechas de materiales tan diversos como las necesidades de la situación en la que se utilizan, mientras que los composteros para las viviendas suelen ser de configuración vertical (imagen a la derecha), hechos de madera, contenedores plásticos o malla ciclónica.

Figura 17. Cama compostera



Fuente: Savari, 2014.

Figura 18. Compostero casero



Fuente: Backyard Feast, 2011.

Tanto las camas como los composteros tienen la cualidad de poder elaborarse por una o varias personas sin necesidad de herramientas complejas o difíciles de conseguir. Se pueden variar tanto el tamaño como los materiales empleados dependiendo la capacidad que deban tener.

Por otro lado, la técnica japonesa bocashi (para la elaboración de abonos orgánicos fermentados) ha surgido recientemente como una variación acelerada del compostaje. Mientras la composta tarda de tres a seis meses en estar lista, el bocashi tarda de dos a tres semanas, además, el bocashi no tiene restricciones en cuanto a los residuos que puede procesar (Román, Martínez y Pantoja, 2013; MAGAP, 2014; FAO, 2011).

Si bien se ha estado experimentando con esta técnica para tratar los residuos sólidos orgánicos, todavía no existe una receta o fórmula específica para esto. Aun así, la siguiente es una receta formulada para este fin (Restrepo, 2007; Ramos y otros, 2014):

Componentes para la elaboración de 1000 kg de bocashi:

- 113 kg de tierra sin piedras.
- 113 kg de aserrín, rastrojo de cualquier cultivo, u hojas secas.
- 115 kg de estiércol (cualquiera disponible).
- 590 kg de residuos orgánicos.
- 45 kg de carbón vegetal triturado.
- 24 kg de harina de arroz.
- 0.220 kg de levadura para pan.
- 4 lt de melaza o miel de caña, o 2 kg de piloncillo
- Agua (la humedad ideal del preparado se determina por la prueba del puño, debe ser de alrededor del 50%).

El procedimiento completo y sus recomendaciones se pueden leer en Abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi caldos minerales y biofertilizantes (Benjarano y Restrepo, 2002), una publicación electrónica gratuita disponible en internet (la dirección URL se puede encontrar en la bibliografía).

#### b) Reciclaje y valorización de subproductos reciclables

Mientras que los residuos orgánicos van directo al compostaje, los sanitarios a eliminación, el vidrio a tratamiento, y los *otros residuos* a disposición final, los demás residuos inorgánicos requieren de una separación secundaria, que se realizará en la Estación de Transferencia. La tabla 9 contiene una clasificación secundaria basa en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, más otros, agregados para el presente caso.

Subproducto	Color
Papel y cartón	Amarillo
Plásticos	Azul oscuro*
Metales	Azul intermedio*
Vidrio	Azul claro*
Maderas	Café
Fibras textiles	Magenta
Electrónicos	Anaranjado
Sanitarios	Blanco
Otros	Negro
Peligrosos	Rojo

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT, 2015.

\* La guía propone tres tonos de azul, aunque de ninguno da un nombre específico ni particular. Se sugiere elegir estos tres tonos a criterio propio procurando que se puedan diferenciar

claramente entre ellos para no confundirlos y no cometer errores en la clasificación de los subproductos.

Tanto los subproductos como los materiales acopiados han de ser reciclados, para ello se proponen una serie de empresas y acopiadores pertenecientes a la industria del reciclaje, cuya ubicación varía entre el municipio de Lerma y el municipio de Tenango de Arista.

Tabla 10. Empresas recicladoras/tratadoras de subproductos		
Material	Empresa	Sitio Web
Plásticos	Arpema	<a href="http://www.arpema.com.mx/">http://www.arpema.com.mx/</a>
	Grupo FUNSAM	<a href="http://grupofunsam.com.mx/sitio/">http://grupofunsam.com.mx/sitio/</a>
	Pet performance	<a href="http://flake.mx/es/">http://flake.mx/es/</a>
	Plásticos Reich	<a href="http://www.plasticosreich.com/index1.php">http://www.plasticosreich.com/index1.php</a>
	TEKNOPELLETS	<a href="http://www.teknopellets.com/">http://www.teknopellets.com/</a>
Vidrio	Vidrio formas	<a href="http://www.vidrioformas.com/contacto.php">http://www.vidrioformas.com/contacto.php</a>
	Vitro	<a href="http://www.vitro.com/es/sustentabilidad/medio-ambiente/reciclaje">http://www.vitro.com/es/sustentabilidad/medio-ambiente/reciclaje</a>
Papel y cartón	Recemex	<a href="http://www.recemex.com/">http://www.recemex.com/</a>
Envase multicapa	DIBASA	<a href="http://www.dibasa.com.mx/">http://www.dibasa.com.mx/</a>
Metales	Industrial Mondelo	<a href="http://www.mondelo.mx/index-espanol.html">http://www.mondelo.mx/index-espanol.html</a>
Unicel	DART de México	<a href="https://www.dartcontainer.com/mx/medio-ambiente/">https://www.dartcontainer.com/mx/medio-ambiente/</a>
	Rennueva	<a href="http://rennueva.com/">http://rennueva.com/</a>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Si el reciclaje o acopio de alguno de estos materiales no fuera económicamente factible, se contemplaría otros tratamientos o, en su defecto, la transferencia y disposición final. En el caso de los Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, la opción más conveniente es su transferencia a empresas especializadas en su tratamiento.

Respecto de los residuos médicos, la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, sobre la clasificación y especificaciones de manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, sólo considera como RPBI los generados en establecimientos donde se brinden servicios de salud; y la Guía para el Manejo de los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos en Unidades de Salud (Diario Oficial de la Federación, 2004) especifica que los desechos provenientes de pacientes no sean sospechosos de alguna enfermedad infecciosa (pañales, toallas femeninas, condones, etc.) no deben ser considerados RPBI, ni las torundas o gasas con sangre seca o manchas de sangre; por lo tanto, estos pueden ser incinerados con los residuos sanitarios.

Sin embargo, no debe olvidarse que fueron encontradas jeringas con aguja y envases de agujas para la práctica de la acupuntura (residuos punzocortantes), de igual manera debe tomarse en cuenta que, aunque no se tienen datos numéricos específicos, la localidad cuenta con varios consultorios médicos, un Centro de Salud, así como numerosos profesionistas de la salud que prestan sus servicios a domicilio cuando la situación lo requiere. Por esto se recomienda:

- Colocar dos contenedores rígidos de polipropileno de color rojo como lo indican la Guía antes mencionada y la NOM. Un contenedor en la Delegación Municipal, más uno en el Centro Comunitario de Acopio, cuyos contenidos serán recogidos cada día.
- Luego de ser recolectados serán llevados a la Estación de Transferencia para ser entregados a las empresas correspondientes.

Figura 19. Contenedor de uso médico para residuos punzocortantes



Fuente: Médica 911, 2017.

Este tipo de contenedores tiene una tapa de diseño especial con ranuras que ayudan a retirar las agujas de las jeringas sin necesidad de tocarlas.

Los residuos punzocortantes incluyen agujas de jeringas, navajas (hojas de bisturí), lancetas, agujas de sutura, y estiletes de catéter. Estos materiales han de ser canalizados a una empresa especializada en su manejo.

El siguiente cuadro muestra algunas de las empresas que se encargan del tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial, y se encuentran en el municipio de Lerma.

Residuo	Empresa	Sitio Web
Médicos Pilas alcalinas	Biotramex	<a href="http://www.biotramex.com/historia.html">http://www.biotramex.com/historia.html</a>
	Corporativo Technoambienta	<a href="http://www.technoambienta.com.mx/">http://www.technoambienta.com.mx/</a>
	Neuratec, S.A. de C.V.	<a href="http://www.lerma.gob.mx/negocios/directorio-de-empresas/">http://www.lerma.gob.mx/negocios/directorio-de-empresas/</a>
Electrónicos	ProAmbi	<a href="http://www.proambi.com/">http://www.proambi.com/</a>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### c) Incineración

Se propone la incineración para los residuos sanitarios, las fibras textiles sin posibilidades de recuperación, la fauna urbana sin vida, y los residuos médicos que no son considerados RPBI, pues son estos los que tienen mayor capacidad para convertirse en un foco de infecciones, y no tienen posibilidades de recuperación, reciclaje o reutilización. La incineración es una forma de eliminación inmediata de residuos que, en este caso, se considera una opción más viable y adecuada que la disposición final en un relleno sanitario; ya que los residuos sanitarios generan lixiviados al contacto con el agua y otros líquidos, en tanto que la incineración es un proceso más controlado con posibilidades de monitoreo y reducción de contaminantes.

Esta medida implica adquirir un horno incinerador, para lo cual se contemplan tres empresas dedicadas al diseño y manufactura de este tipo de maquinaria.

Tabla 12. Empresas proveedoras de hornos incineradores de residuos	
Empresa	Sitio Web
Lobo Hornos Industriales	<a href="http://www.lobohi.com/Pages/IncineradoresyCrematorios.aspx">http://www.lobohi.com/Pages/IncineradoresyCrematorios.aspx</a>
Incimex	<a href="http://incimex.com.mx/wow/Index.html">http://incimex.com.mx/wow/Index.html</a>
Carrasco. Equipos Industriales	<a href="https://www.carrasco.com.mx/emison-hornos">https://www.carrasco.com.mx/emison-hornos</a>
Fuente: Elaboración propia, 2018.	

Se consideran fibras textiles sin posibilidades de recuperación aquellas que en su momento fueron parte de prendas de uso íntimo (ropa interior), pues tuvieron contacto con fluidos corporales; así como los fragmentos inservibles de telas.

Se consideran residuos sanitarios el papel higiénico, pañales desechables, toallas sanitarias, tampones, material de curación, pañuelos desechables, rastrillos y cartuchos de rasurar, preservativos, colillas de cigarro, fibras para aseo, y excretas de animales.

#### 5.4.6 Disposición final

De ninguna manera se contempla que el *tiradero a cielo abierto* (la barranca) se siga utilizando como tal, ni aun si sólo se disponen los *otros residuos*. Se ha de incorporar esta última etapa al manejo, lo que técnicamente implica empezar a disponer de los residuos en un relleno sanitario.

El lugar tentativo para la disposición final es Vigue Relleno Sanitario S.A. de C.V. ubicado en el municipio de San Antonio la Isla (Directorio Empresarial, 2016), administrado por la empresa Red Ambiental; que se encuentra a 22.2 km y menos de 45 minutos de distancia de la localidad (Google Maps, 2018).

Se desconoce el costo de los servicios del Relleno, aunque se sabe que ofrecen paquetes comerciales adaptados para cada situación.

### **5.5 Otras operaciones y medidas**

El saneamiento de tiraderos a cielo abierto le compete a la NOM-083-SEMARNAT-2003; se tratan de manera similar a las clausuras de rellenos sanitarios. Se contratan los servicios de un relleno sanitario para extraer toda la basura del tiradero, y a partir de ahí se continúa el procedimiento como la clausura y rehabilitación de un relleno sanitario. Puede apoyarse, tanto en gestión de trámites como en financiamiento, de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México en este caso, específicamente a cargo de la Dirección General de Manejo Integral de Residuos; cuyos objetivos, funciones y demás actividades pueden encontrarse su sitio web.

En Almaya el tiradero principal es una barranca, sin embargo, al encontrarse en una formación montañosa existen otras barrancas que son utilizadas como tiraderos. Todos estos sitios han de ser saneados y rehabilitados como los bosques de galería que son.

### **5.6 Reaprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos**

El reaprovechamiento se entiende como cualquier acción que reintegre los residuos al ciclo productivo, se han planteado las acciones de reciclaje convencional, pero existen opciones de reutilización para los residuos que son más difíciles de reciclar convencionalmente, como los neumáticos, las fibras textiles, la madera, y otros materiales con potencial para una segunda vida.

La reutilización o reúso de los residuos consiste en transformarlos en utensilios. Para ello lo más recomendable y con mejores resultados es el bricolaje, éste consiste en la realización artesanal de trabajos caseros de reparación o decoración (WordReference, s/f), se utiliza generalmente para arreglos en el hogar e involucra a todas aquellas manualidades que de alguna forma cumplan

este fin. Para los presentes fines, se plantea la implementación de proyectos y talleres de recuperación creativa, tales como:

- Taller de Recuperación de Fibras Textiles y Rediseño de Prendas de Vestir
- Taller de Recuperación y Fundidora Artesanal de Vidrio
- Taller de Recuperación de Maderas
- Taller de Recuperación de Neumáticos

Si bien el bricolaje se centra en proyectos personales pequeños para la vivienda, estos talleres tendrían un alcance mayor, incluso llegar a convertirse en microempresas. Sin embargo, el objetivo se mantendría en la recuperación de residuos de gran tamaño o de difícil manejo para darles un segundo uso.

La creación de estos talleres es una posibilidad a largo plazo. La contratación del personal artesano que en ellos labore estará sujeta a las mismas condiciones que la del personal de barrido. Se permitirá la participación ciudadana activa o pasiva.

### **5.7 Estrategias para servicios generales**

Este aspecto comprende toda acción de supervisión, mantenimiento y vigilancia de los servicios. Para el presente caso las estrategias se centran en el mantenimiento de las instalaciones, la infraestructura, y los componentes móviles del sistema:

- Rotulación de los contenedores con el tipo de residuo asignado
- Limpieza mensual de la unidad recolectora.
- Limpieza mensual de los contenedores públicos.
- Habilitación de una frecuencia de radio para uso de los recolectores.
- Habilitación de una línea y un módulo de atención a denuncias públicas.
- Instalación de puntos de comercio para los productos que generen los Talleres de recuperación, y para con contenedores de vidrio en buen estado.

## **5.8 Monitoreo**

Se propone un Periodo Anual de Evaluación y Retroalimentación del sistema de manejo de residuos, realizado con base a los resultados de una serie de indicadores cuantitativos medidos en cada área del sistema.

A diferencia de la revisión y actualización, que incluirá la participación tanto de la población local como de la revisión de la Delegación Municipal, el monitoreo será sólo al interior del sistema, así como los cambios que genere. Lo ideal es que el complejo compuesto por una Planta de Compostaje, una Estación de Transferencia Indirecta, y un Centro de Acopio funcione como una sola empresa. Así, la empresa tiene la responsabilidad de monitorear el sistema de manera interna, con las contribuciones testimoniales y experiencia del personal encargado de cada una de las etapas del manejo.

Para lograr este fin, la Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos contiene un Anexo D sobre Indicadores para el Monitoreo del PMPGIRSU (SEMARNAT, 2006).

## **5.9 Revisión y actualización**

La retroalimentación es un proceso necesario para que el Plan no se vuelva obsoleto y se adapte a las siempre cambiantes condiciones de la estructura social y física de la localidad.

Es necesario realizar muestreos y caracterizaciones de residuos al menos cada cinco años, a la par de la publicación de los resultados de los censos y conteos de población.

La población local tendrá la posibilidad de contribuir al mejoramiento o modificación del sistema, ya sea verbal o textualmente. Las observaciones pueden ser de cualquier aspecto del sistema, desde las medidas para la disminución de la generación de residuos, hasta la modificación de las rutas y los horarios de recolección.

De igual manera la Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT, 2006) contiene tres anexos para conocer el estado en el que se encuentra el

manejo de los residuos; aunque el propósito de estos es hacer un diagnóstico general, conocer las capacidades de los tomadores de decisiones, y conocer el grado de satisfacción o insatisfacción de la ciudadanía con el manejo de los residuos, a la empresa le serviría para actualizar el diagnóstico inicial realizado en el Capítulo IV de la presente tesis y retroalimentarlo.

Toda modificación al funcionamiento del sistema, sea permanente o temporal, será sometida a consideración de la Delegación Municipal, que podrá complementar las modificaciones tentativas o plantear otras.

## Bibliografía citada

- Aguirre Quezada, Juan Pablo. 2012. *Reporte CESOP Núm. 51*. [En línea]. México, Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. Núm. 51, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuso-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 9 de marzo de 2017].
- Alvarado Granados, Alejandro Rafael; González Carmona, Emma; Díaz Cuenca, Elizabeth. 2012. “Factores de uso y manejo de las aguas residuales domésticas: metodología en construcción” en Alvarado Alejandro (coor.), *Experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Estado de México*. México, CIGOME.
- Anónimo. 2005. “Reciclado del poliestireno expandido” en *Textos Científicos.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno/reciclado> [Consultado el día 19 de enero del 2018].
- Backyard Feast. 2011. “How to build the ultimate compost bin” en *Brackyard Feast*. [En línea]. Disponible en: <https://backyardfeast.wordpress.com/2011/02/15/how-to-build-the-ultimate-compost-bin/> [Consultado el día 23 de febrero del 2018].
- Benjarano Mendoza, Carlos A. y Restrepo Rivera, Jairo. 2002. *Abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes*. [En línea]. Colombia. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Disponible en: <http://maonic.org/files/publicaciones/Abonos%20organicos.pdf> [Consultado el día 25 de enero de 2018].
- Cámara de Diputados del Honorable Congreso del Estado de México. 2005. *Código para la biodiversidad del Estado de México*. [En línea]. Toluca de Lerdo, Comisión de Protección Ambiental, disponible en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/cod/vig/codvig009.pdf> [Consultado el día 13 de junio de 2017].
- Chávez Alvarado, Víctor Manuel. 2013. “Recolección y disposición final de basura. Áreas verdes” en *Rc et Ratio*. [En línea]. Año IV, No. 7, julio-diciembre de 2013. México. Contraloría del Poder Legislativo, disponible en:

[http://www.contraloriadelpoderlegislativo.gob.mx/Revista\\_Rc\\_et\\_Ratio/Rc\\_et\\_Ratio\\_7/Rc7\\_5\\_Victor\\_Manuel\\_Chavez.pdf](http://www.contraloriadelpoderlegislativo.gob.mx/Revista_Rc_et_Ratio/Rc_et_Ratio_7/Rc7_5_Victor_Manuel_Chavez.pdf) [Consultado el día 10 de marzo de 2018].

- Contreras, José J.; Ochoa Arias, Alejandro; Pilonieta Blanco, Claudia. 2007. "Del fracaso del desarrollo al desarrollo endógeno sustentable: La nueva Organización de Desarrollo Regional". *Revista Venezolana de Gerencia*, núm. enero-marzo, pp. 27-49.
- Cronista de Almaya. s/f. *San Miguel Almaya, un pueblo diferente*. México. [Consultado el día 29 de junio del 2017].
- Del Santo, Martín. 2012. "Argentina: mejores soluciones para el reciclaje y manejo de restos sólidos" en *Banco Mundial*. [En línea]. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/10/26/argentina-urban-solid-waste-management-best-practices> [Consultado el día 13 de mayo de 2016].
- Díaz Cuenca, Elizabeth; Pérez Ramírez, Carlos Alberto; Alvarado Granados, Alejandro Rafael. 2017. "La Gestión de Residuos Sólidos Urbanos Sustentable, una mirada al Estado de México". *Planeación, gobernanza y sustentabilidad: retos y desafíos desde el enfoque territorial*; Carlos Alberto Pérez-Ramírez y Juan Roberto Calderón-Maya, coordinadores. México, Universidad Autónoma del Estado de México, Juan Pablos Editor, 2018, pp. 127-138.
- Díaz Cuenca, Elizabeth; Alvarado Granados, Alejandro Rafael; Guerrero Peñuelas, Adriana Guadalupe; 2011. "La configuración territorial de San Miguel Almaya en el desarrollo local sustentable". *Quivera*, num. Enero-Junio, pp. 102-121.
- Directorio Empresarial. 2016. "Vigue Relleno Sanitario S.A. de C.V." en *Directorio Empresarial México*. [En línea]. México, disponible en: <https://directorioempresarialmexico.com/empresa/0006760334/VIGUE-RELLENO-SANITARIO-SA-DE-CV> [Consultado el día 15 de enero de 2018].
- Diario Oficial de la Federación. 2004. "Norma Oficial Mexicana NOM-083-SERMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias del sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y

- de manejo especial” en *SEGOB* [En línea]. México, Secretaría de Gobernación, disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004) [Consultado el 27 de febrero del 2018].
- Diario Oficial de la Federación. 2015 a. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. [En línea]. México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, disponible en: <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf> [Consultado el día 24 de febrero de 2017].
  - Diario Oficial de la Federación. 2015 b. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. [En línea]. México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_220515.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf) [Consultado el día 4 de marzo de 2017].
  - Diario Oficial de México. 1926. *Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos*. [En línea]. México, disponible en: <http://cdam.unsis.edu.mx/files/Servicios%20publicos%20municipales/4%20Mercados/Codigo%20Sanitario%20de%20los%20Estados%20Unidos%20Mexicanos.pdf> [Consultado el día 27 de abril de 2017].
  - El Siglo de Torreón. 2012. “Reciclaje de vidrio, una actividad frágil” en *El Siglo de Torreón*. [En línea]. México, disponible en: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/705633.reciclaje-de-vidrio-una-actividad-fragil.html> [Consultado el día 6 de diciembre del 2017].
  - Electricidad. 2015. “Noruega y Suecia se quedan sin basura y la importan para producir energía” en *Electricidad. La revista energética de Chile*. [En línea]. Chile, disponible en: <http://www.revistaei.cl/2015/12/28/noruega-y-suecia-se-quedan-sin-basura-y-la-importan-para-producir-energia/> [6 de abril de 2017].
  - ÉPackaging. 2009. “Ventajas del envase de vidrio” en *ÉPackaging*. [En línea]. Disponible en: <http://www.packaging.enfasis.com/contenidos/home.html> [Consultado el día 6 de diciembre de 2017].
  - 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.

- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2011. *Elaboración y uso del bocashi*. [En línea]. San Salvador, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf> [Consultado el día 25 de octubre del 2017].
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s/f. “Reporte de la Iniciativa de la Ganadería, el Medio Ambiente y el Desarrollo: Capítulo 8. Legislación ambiental” en *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. [En línea]. México, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x6372s/x6372s09.htm> [Consultado el día 25 de abril de 2017].
- Fernández Ruiz, Jorge. 2011. “El estado empresario” en *Biblioteca Jurídica Virtual*. [En línea]. Cd. México, Universidad Nacional Autónoma de México, disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/FEEC2772917512B7052578F4007979CF/\\$FILE/Libro\\_EL\\_ESTADO\\_EMPRESARIO.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/FEEC2772917512B7052578F4007979CF/$FILE/Libro_EL_ESTADO_EMPRESARIO.pdf) [Consultado el día 18 de mayo de 2017].
- Gaceta del Gobierno. 2006. “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” en *Gaceta del Gobierno*. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México. [En línea]. Toluca de Lerdo, Secretaría de Medio Ambiente, disponible en: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_ntea\\_006\\_sma\\_rs\\_2006.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_ntea_006_sma_rs_2006.pdf) [Consultado el día 20 de junio de 2017].
- Gaceta del Gobierno. 2009 a. *Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México*. [En línea]. México, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Medio Ambiente, disponible en: [http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/PEPGIR\\_\\_Estado\\_de\\_Mexico.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/PEPGIR__Estado_de_Mexico.pdf) [Consultado el día 20 de mayo de 2016].
- Gaceta del Gobierno. 2009 b. “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 para el Estado de México” en *Gaceta del Gobierno* [En línea]. Toluca de Lerdo, Secretaría de Medio Ambiente, disponible en: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_ntea\\_010\\_sma\\_rs\\_2008.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_ntea_010_sma_rs_2008.pdf) [consultado el día 20 de junio de 2017].

- Gaceta del Gobierno. 2011. *Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.* [En línea]. México, Secretaria de Medio Ambiente, disponible en: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_ntea\\_013\\_sma\\_rs\\_2011.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_ntea_013_sma_rs_2011.pdf) [Consultado el día 4 de marzo de 2017].
- Gaceta del Gobierno. 2015. *Manual General de Organización de la Secretaría del Medio Ambiente.* [En línea]. Toluca de Lerdo, disponible en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2015/jul161.PDF> [Consultado el día 13 de junio de 2017].
- González, Gisela. 2010. *Residuos Sólidos Urbanos Argentina. Tratamiento y disposición final, situación actual y alternativas futuras.* [En línea]. Buenos Aires, Fondo para el Desarrollo de la Construcción; disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/11.3%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20en%20Argentina%20-%20Situaci%C3%B3n%20actual%20y%20alternativas%20futuras.pdf> [Consultado el día 6 de abril de 2017].
- González Rodríguez, José de Jesús. 2012. “La prevención y gestión integral de los residuos en México” en *Reporte CESOP Núm. 51* [En línea]. Número 51. México. Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios sociales y de Opinión Pública, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuo-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 27 de abril del 2017].
- Google Maps. 2018. Sin título. [En línea]. México, disponible en: [https://www.google.com.mx/maps/dir/San+Miguel+Almaya,+Estado+de+M%](https://www.google.com.mx/maps/dir/San+Miguel+Almaya,+Estado+de+M%20)

C3%A9xico/Mina+San+Antonio,+San+Antonio+la+Isla,+M%C3%A9x./@19.1731719,-99.5547557,13z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cdf130ab2d3597:0x4ebf4dc0127bbe96!2m2!1d-99.4419283!2d19.2093485!1m5!1m1!1s0x85cd8d0759efec11:0x34d8b2db31958207!2m2!1d-99.5893043!2d19.1677478!5i1 [Consultado el día 15 de enero de 2018].

- Grupo Cipsa. 2017. "La importancia del reciclaje de metales" en *Grupo CIPSA* [En línea]. México, disponible en: <http://www.cipsa.com.mx/27/noticias/la-importancia-del-reciclaje-de-metales/> [Consultado el día 15 de enero del 2018].
- Guzmán Chávez, Mauricio; Macías Manzanares, Carmen Himilce. 2012. "El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México". *Estudios Sociales*, num. Enero-Junio, pp. 235-261.
- Holland. 2013. "Manejo de Residuos en los países Bajos. Breve Descripción" en *Holland. Pioners in international business*. [En línea]. Disponible en: [https://www.b2match.eu/system/holanda/files/Brochure\\_pags\\_1\\_12.pdf?1367683323](https://www.b2match.eu/system/holanda/files/Brochure_pags_1_12.pdf?1367683323) [Consultado el día 4 de abril de 2017].
- Huerta, Violeta. 2015. "Los ocho años del Código para la Biodiversidad del Estado de México" en *Métrica. Periodismo y transparencia*. [En línea]. México, disponible en: <http://metricadigital.com/los-ocho-anos-del-codigo-para-la-biodiversidad-del-estado-de-mexico> [Consultado el día 15 de junio de 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1990. "XI Censo General de Población y Vivienda 1990" en *INEGI*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1990/default.html> [Consultado el día 25 de agosto del 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1995. "Censo de Población y Vivienda 1995" en *INEGI*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1995/default.html> [Consultado el día 25 de agosto del 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. "XII Censo General de Población y Vivienda 2000" en *INEGI*. [En línea]. México, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2000/default.html> [Consultado el día 25 de agosto del 2017].

- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. “II Censo de Población y Vivienda 2005” en *INEGI*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1995/default.html> [Consultado el día 25 de agosto del 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010 a. “Censo de Población y Vivienda 2010” en *INEGI*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/default.html> [Consultado el día 25 de agosto del 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010 b. “Catálogo de Localidades Indígenas” en *gob.mx* [En línea]. México, disponible en: <http://www.cdi.gob.mx/localidades2010-gobmx/> [Consultado el día 4 de julio de 2017].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales*. [En línea]. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825085759.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825085759.pdf) [Consultado el día 10 de marzo de 2018].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. “Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III. E14A48 (Tenango de Arista) en *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825268787> [Consultado el día 25 de marzo de 2018].
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2017. “Escolaridad” en *Cuéntame...* [En línea]. México, disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P> [Consultado el día 11 de octubre de 2017].
- Lottner, Ulrich. 2007. "Manejo de Residuos Sólidos en Alemania a partir de los años 70, tomando como ejemplo el Estado de Baviera". *Congreso AIDIS-DIRSA; 3, 4 y 5 de octubre del 2007, Chile*. [En línea]. Chile, Bayerische

Landesamt für Umwelt (Oficina Estatal de Baviera para el Medio Ambiente, Ministerio Bávaro de Medio Ambiente y Protección del Consumidor). Disponible en:

[http://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/doc/allgemein/chile\\_vortrag.pdf](http://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/doc/allgemein/chile_vortrag.pdf) [Consultado el día 4 de abril del 2017].

- MAGAP Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2014. *Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos*. [En línea]. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/HOMBRO%20A%20HOMBRO/manuales/Manual%20Elaboraci%C3%B3n%20de%20abonos%20org%C3%A1nicos.pdf> [Consultado el día 21 de enero de 2018].
- Maixueiro Nájera, Gustavo; Arellano Trejo, Efrén. 2012. "Preocupación y cambio de hábitos para el manejo de los residuos" en *Reporte CESOP Núm. 51* [En línea]. Número 51. México. Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios sociales y de Opinión Pública, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuo-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 4 de mayo del 2017].
- Médica 911. 2017. "Contenedor para material punzocortante 1Lt" en *Médica 911* [En línea]. Disponible en: <http://www.medica911.com/producto/contenedor-punzocortante-1lt/> [Consultado el día 24 de febrero del 2018].
- Mendoza Castillo, Francisco. 2004. *Proyecto de Prefactibilidad sobre la disposición final de los Residuos Sólidos Inorgánicos, en el Contexto del Desarrollo Local para San Miguel Almaya, Capulhuac*. Tesis de Licenciatura. Toluca, Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Morales Pérez, Milagros. 2006. "El desarrollo local sostenible". *Economía y Desarrollo*, num. Julio-Diciembre, pp. 60-71.
- Moreno Pérez, Salvador. 2012. "La infraestructura para la confinación y tratamiento de los residuos sólidos urbanos" en *Reporte CESOP Núm. 51* [En línea]. Número 51. México. Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios sociales y de Opinión Pública, disponible en:

<http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuso-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 4 de mayo del 2017].

- Navarro Arredondo, Alejandro. 2012. “La gestión metropolitana de los residuos sólidos municipales” en *Reporte CESOP Núm. 51* [En línea]. Número 51. México. Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuso-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 4 de mayo de 2017].
- ONU. Departamento de Información Pública. 1992. Sin título. [En línea]. Nueva York. Organización de las Naciones Unidas, disponible en: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1718a21\\_summary\\_spanish.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1718a21_summary_spanish.pdf) [Consultado el día 4 de marzo de 2016].
- ONU Organización de las Naciones Unidas. 2002. “Programa 21” en *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Desarrollo Sostenible*. [En línea]. México, Organización de las Naciones Unidas, disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/index.htm> [Consultado el día 25 de abril de 2017].
- Prensa Libre. 2014. “El vidrio tiene muchos beneficios” en *Prensa Libre*. [En línea]. Guatemala, disponible en: [http://www.prensalibre.com/familia/vidrio-reciclaje-naturaleza-vida\\_0\\_1242476036.html](http://www.prensalibre.com/familia/vidrio-reciclaje-naturaleza-vida_0_1242476036.html) [Consultado el día 6 de diciembre de 2017].
- Quispe Lymaylla, Aníbal. 2010. *Cómo manejar y aprovechar la basura orgánica de las ciudades*. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.
- Ramírez Coral, Peter. 2014. “Suecia, un ejemplo en el manejo de residuos” en *El Mundo.com* [En línea]. España, disponible en: [http://www.elmundo.com/portal/noticias/poblacion/suecia\\_un\\_ejemplo\\_en\\_el\\_manejo\\_de\\_residuos.php#.VzXyMHHhCM8](http://www.elmundo.com/portal/noticias/poblacion/suecia_un_ejemplo_en_el_manejo_de_residuos.php#.VzXyMHHhCM8) [Consultado el día 13 de mayo de 2016].
- Ramos Agüero, David; Terry Alfonso, Elein; Soto Carreño, Francisco; Cabrera Rodríguez, Juan A. 2014. “Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá”. *Cultivos*

*Tropicales*, [en línea] 35(2), pp.90-97. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193230070011>

- Restrepo Rivera, Jairo. 2007. *Manual Práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. [En línea]. Managua, Nicaragua. Disponible en: [http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/EI\\_ABC\\_de\\_la\\_agricultura\\_organica\\_y\\_harina\\_de\\_rocas.pdf](http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/EI_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf) [Consultado el día 25 de enero de 2018].
- Román, Pilar; Martínez, María M; Pantoja, Alberto. 2013. *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. [En línea]. Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf> [Consultado el día 21 de enero de 2018].
- Sáenz, Alejandrina; Urdaneta G., Joheni A. 2014. "Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe". *Omnia*, num. Septiembre-Diciembre, pp. 121-135.
- Sales Heredia, Francisco J. 2012. "Innovación en la Disposición de Residuos Sólidos" en *Reporte CESOP Núm. 51* [En línea] Número 51. México. Cámara de Diputados LXI Legislatura, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuso-solidos-urbanos-Mexico.pdf> [Consultado el día 4 de mayo de 2017].
- Sánchez Nájera, Rosa María; Díaz Cuenca, Elizabeth. 2002: "La Participación de los agentes locales en el desarrollo económico de San Miguel Almaya, Estado de México". Carreño M. Fermín, Sánchez N. Rosa María, Hoyos C. Guadalupe y Contreras D. Wilfrido (Coordinadores) *Planeación en México. Región y ambiente*. México. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Savari, Federico. 2014. "Canteros Elevadas - Raised Beds" en *Plantero Blog* [En línea]. Disponible en: <http://planteroblog.blogspot.com/2014/07/camas-elevadas-raised-beds.html> [Consultado el día consultado el día 23 de febrero del 2018].
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. *Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión*

*Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. [En línea]. México, Grupo Editorial PublieSpacioS, disponible en: [http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2016/02/Gu%C3%ADa\\_PMPGIRSU.pdf](http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2016/02/Gu%C3%ADa_PMPGIRSU.pdf) [Consultado el día 23 de octubre de 2017].

- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México 2010*. [En línea]. México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en: [http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/images/stories/PDF/directorio\\_residuos.pdf](http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/images/stories/PDF/directorio_residuos.pdf) [Consultado el día 25 de mayo de 2017].
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012*. [En línea]. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en: [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Informe\\_2012.pdf](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf) [Consultado el día 4 de marzo de 2017].
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. “Residuos” en *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. [En línea]. Edición 2012, México, disponible en: [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Informe\\_2012.pdf](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf) [Consultado el día 25 de mayo de 2017].
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. “Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos” en *gob.mx* [En línea]. México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-solidos-urbanos> [Consultado el día 29 de enero de 2018].
- Thoresen, Victoria W. 2010. *Aquí y ahora. Educación para el consumo sostenible. Recomendaciones y orientaciones*. [En línea]. Milan. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, disponible en:

<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1255xPA->

[Here%20and%20Now%20SPA.pdf](#) [Consultado el día 6 de marzo de 2017].

- UAEMex Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. “Código para la Biodiversidad del estado de México” en *vLex*. México. [En línea]. México, Universidad Autónoma del Estado de México, disponible en: [https://app.vlex.com/#CO.practico\\_sucesiones/vid/332525041](https://app.vlex.com/#CO.practico_sucesiones/vid/332525041) [Consultado el día 15 de junio de 2017].
- WordReference. s/f. “Bricolaje” en *WordReference.com* [En línea]. Disponible en: <http://www.wordreference.com/definicion/bricolaje> [Consultado el día 28 de enero de 2018].

## Conclusiones

Almaya es una población rural con marcados rasgos culturales de origen indígena, tanto heredados como adquiridos; estos se comparten entre sus habitantes resultando en un arquetipo y una identidad que crean la necesidad de actuar para conservarlos por el bien tanto de su población como de su entorno físico, sin rechazar ni descuidar las posibilidades de mejorar sus condiciones de vida. En este caso, sus habitantes están preocupados por cómo se realiza el manejo de sus residuos, pues han notado cómo ha cambiado la localidad en las últimas dos décadas, por lo cual temen que los inevitables cambios que se avecinan signifiquen el fin de las formas de vida ancestrales que se conservan, o peor aún, que el futuro próximo les depare cambios peligrosos que atenten contra su seguridad personal, y la de las generaciones venideras.

Como se menciona en el capítulo 4, al ser una población indígena comunal con una forma de gobierno propio, desligada de su gobierno municipal, cuya característica es la autogestión, su desarrollo no se basa en desaparecer estas características, pues se estaría atentando contra la identidad cultural que desean conservar; por el contrario, con la propuesta que trata en este documento, se orienta a enaltecer y fortalecer dicha autogestión procurando preservar sus recursos naturales.

Dada las características de la comunidad en cuestión, se determinó que el enfoque teórico del Desarrollo Local Sustentable es un instrumento adecuado para estudiarla; pues se involucran los diferentes actores del estrato local; gobiernos locales, pequeñas empresas, instituciones sociales, los ciudadanos como individuos, entre otros, para tomar decisiones sobre la dirección de su desarrollo y la distribución de sus beneficios. En México se favorece la autodeterminación de los pueblos, permitiendo las formas de autogobierno ancestrales que prevalecen en el país, la adopción de formas de trabajo orientadas al fortalecimiento de su economía interna, que además recuperen y mantengan tanto su ambiente natural, como cultural.

Al tratarse de una investigación que combina las ciencias sociales con las ciencias naturales, el Enfoque Sistémico permitió describir la localidad de estudio de forma disgregada pero no desligada, es decir, fue posible ver los subsistemas

de los que está compuesta y las conexiones entre ellos. En lugar de intentar separarlos por completo como lo hacen las metodologías específicas para cada rama de investigación. Esto es de suma utilidad puesto que no se elige entre una metodología puramente social o una netamente natural para guiar la investigación; por el contrario, el Enfoque Sistémico pretende fusionar ambas perspectivas en una visión holística de la localidad, similar a un puente entre ellas. Por ello se identifica como un método alternativo, respetuoso de la situación particular de cada localidad, en un universo plagado de ellas; no obstante que se encuentra en desarrollo. Además, retoma las dimensiones del Desarrollo Local Sustentable, por lo que se vuelve un método único en la investigación de comunidades como Almaya, que no encajan en el concepto de *sociedades modernas*.

Los tres modelos de Gestión Integral de RSU existentes en México (gestión municipal, gestión mixta, gestión privada), sumados al hecho de que no existen impedimentos legales para una Gestión local, reflejan cuan maleable y dinámica puede ser esta, de modo que es posible realizarla en dicha escala sin complicaciones significativas, sólo sujeto a las Normas Estatales Ambientales, y a las condiciones que la población local fije para ello.

En la investigación se descubrió que gran parte de la población mexicana está dispuesta y preparada para separar sus residuos, la queja siempre va encaminada a la falta de infraestructura u organización gubernamental para implementar programas de manejo de residuos. En el caso de Almaya, también existe voluntad colectiva de participación, aunque se reconoce que mientras más posmoderno e individualista se vuelva el estilo de vida de sus habitantes, mientras más crezca en cantidad su población, menos control de la participación ciudadana se podrá tener, sumado a ello el hecho del inevitable cambio generacional que trae la sucesión demográfica, incluso cuando las tendencias sociológicas muestran que las generaciones recientes tienen una conciencia más ecológica; por ello conviene fortalecer la autodeterminación que la localidad posee, así como sus instituciones, con proyectos locales específicos para las problemáticas de sus habitantes, adaptados a sus circunstancias.

Lo anterior implica la creación de un programa de educación ambiental permanente, que apoye no sólo la presente propuesta, sino que dé a conocer de manera más profunda el entorno cultural, social y ambiental en el que la población se desarrolla, a fin de fortalecer su identidad cultural, su apego, así como su aprecio por el legado histórico que esto significa.

Las Leyes y Normas existentes en materia de Residuos Sólidos Urbanos, otorgan los elementos necesarios para plantear un proyecto como el presente que cubra las necesidades de una localidad similar a la estudiada. Los residuos son un problema en el que se deben involucrar todos los estratos tanto económicos como sociales; por ello, aunque los instrumentos jurídicos les asignan a los gobiernos municipal y estatal la Gestión-manejo de los residuos, no existe impedimento legal para que una localidad se haga cargo de los propios; además, al ser Almaya un pueblo indígena, existen leyes que protegen sus formas de autodeterminación. Estos aspectos, mencionados en el capítulo 4, son los que dotan al proyecto de realismo y viabilidad para llevarse a cabo.

Pese a que el marco legal de los residuos sólidos es basto y útil, este requiere una revisión y una reestructuración, pues las disposiciones legales son todavía dispersas, necesitan actualizarse, o bien fusionarse entre ellas para eliminar redundancias, contradicciones u omisiones de ejecución. En lugar de priorizar el castigo, se ha de incentivar (de preferencia económicamente) el cumplimiento de las disposiciones legales ambientales; por ejemplo, con un sistema de exención o disminución del pago de impuestos, similar al que se emplea para motivar a las empresas a cumplir con la normatividad, por contribuciones a favor del ambiente.

En el año 2013 el Estado de México contaba con 13 rellenos sanitarios, varios de los cuales han sido objeto de denuncias ciudadanas por no tener control de los lixiviados, por los malos olores, por no pagar las regalías correspondientes a los propietarios de los predios en los cuáles son establecidos, e incluso por seguir recibiendo residuos cuando ya fueron suspendidos o cerrados. Si bien los gobiernos municipales hacen el intento de cambiar el manejo por un manejo diferenciado, hasta el momento no existe un municipio en la entidad con un Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, una de las razones

de dicha situación, es falta de continuidad de estos proyectos, lo que ocasiona que funcionen durante un tiempo para luego desaparecer. Frente a lo anterior, es evidente que la Gestión de Residuos en el Estado de México dista de ser eficiente. Hace falta compromiso por parte de los gobiernos municipales para gestionar verdaderos sistemas e instalaciones de manejo con tecnología para tratar residuos, medidas para disminuir la generación, y con ella disminuyan los impactos tanto al ambiente como a la salud pública.

En Almaya los factores que determinan la generación de RSU son diversos, no depende sólo de la cantidad de población que la localidad alberga, sino también de los hábitos de consumo, las actividades económicas de sus habitantes, la disponibilidad de agua para el consumo diario, su atractivo turístico, y las siempre cambiantes necesidades de su población. Más aún, existe la posibilidad de que el caso de Almaya contradiga los planteamientos generalizados del aumento en la generación de residuos, dado que las evidencias muestran que la generación en realidad disminuye; lo cual prueba que los programas de educación ambiental formal, la concienciación en favor del ambiente, el grado académico en general, el apego de la población hacia sus costumbres y su entorno natural son factores que sin duda contribuyen a la disminución en la generación de residuos.

En caso de que el reciclaje o el aprovechamiento de residuos disminuyeran o dejaran de realizarse, la generación de residuos inorgánicos podría llegar a ser del 40 o incluso el 50% de la generación total, como en muchos otros casos de estudio. Por ello es necesario incentivar el reciclaje, la disminución en la generación, e introducir otras formas de aprovechamiento encaminadas a mantener la tendencia descubierta: aumento del reciclaje y disminución de la disposición de residuos.

Irónicamente, parece que las normas para el muestreo y caracterización de residuos, NMX-AA-61-0985, NMX-AA-15-1985, NMX-AA-22-1985, no están diseñadas para ser realizadas de forma conjunta en una misma ocasión, ya que sus disposiciones no sólo no se complementan, sino que difieren en los materiales a utilizar, en que algunos de los datos que se requieren en una cédula se necesitan para otra, y que cada norma tiene un glosario propio cuando existe

una norma específica, la NMX-AA-91-1987, para definir los términos utilizados en las cuatro normas.

A pesar de que el barrido se realiza de manera tradicional, hace falta que este servicio se preste de manera pública al menos en los días susceptibles de una mayor generación, es decir, en los que se lleven a cabo celebraciones públicas; a esto habrían de sumarse actividades encaminadas a recuperar el barrido tradicional, por ejemplo, a través de su inclusión en un programa de educación ambiental.

Hace falta un Centro de Acopio comunitario, a cargo de la Delegación Municipal, que cumpla con la normativa respectiva, que dé cabida a la recuperación instantánea de materiales como recipientes de vidrio, hojas de papel, maderas, entre otros.

Además dado que más del 70% de los residuos de Almaya son orgánicos, existe una gran posibilidad de eliminarlos de manera que no causen gran impacto al ambiente ni a la población locales, a través del compostaje. Respecto de esto, bocashi es una técnica que se muestra prometedora en el tratamiento de residuos orgánicos aunque, como muchas otras, requiere de ajustes para cada caso; es relativamente sencilla, rápida, requiere de infraestructura mínima para su ejecución. Por otro lado, cada vez existen más empresas dedicadas al reciclaje de residuos para aprovecharlos como materias primas, lo cual significa una esperanza para el problema de la basura, pues supone la posibilidad de que el problema disminuya en el futuro cercano.

La disposición final como hasta ahora se ha llevado a cabo, no es ni ambiental ni socialmente viable, se requiere de un cambio de mentalidad en las autoridades locales de Almaya para replantear el manejo, integrar las fases de este que hacen falta para optimizarlo, e implementarlo correctamente para la conveniencia de la población. Este cambio conllevaría una reestructuración en las responsabilidades de la Delegación Municipal, para lo cual sería de utilidad la adopción del organigrama plasmado en el capítulo 4.

Es necesario sanear las barrancas contaminadas con residuos, pues además de significar fuentes de infecciones, de malos olores, lucir desagradables a la vista,

en estas se general lixiviados que contaminan los suelos, algo especialmente perjudicial en la zona por ser esta de recarga acuífera. El saneamiento de estas barrancas permitiría su rehabilitación como bosques de galería, generadores de oxígeno, agua, refugio de fauna y flora locales.

Por supuesto, al estar el proyecto sujeto a la voluntad y permisión de la población local, pero sobre todo de las autoridades locales que sólo permanecen un tiempo determinado, se corre el riesgo de que sufra el mismo destino que los proyectos gubernamentales: ser abandonado, o que sea bien aceptado en un principio, y conforme transcurra el tiempo, la población pierda el interés o deje de participar en él. Para evitar estos escenarios, se planea poner el resultado de esta investigación en manos de la localidad de estudio, a fin de que pueda ser implementada en el mediano plazo.

Así, la Gestión-manejo de forma comunitaria y local es posible para el presente caso, pues se trataría de diseñar un proyecto que se encargue de organizarla de modo que toda la población tenga acceso al servicio de saneamiento. Se requiere un programa de educación ambiental específico para el funcionamiento del sistema, a fin de que cada habitante conozca el ciclo de vida de los insumos que consume a diario. Se trata de hacerle ver a las personas el hecho de que los residuos, si bien son un problema, también son una oportunidad económica, por lo tanto, de desarrollo.

Con base a la caracterización, diagnóstico y propuesta del proyecto de manejo de residuos sólidos, se responde la pregunta central de esta investigación, y al objetivo de la investigación. El resultante Proyecto para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial, y Peligrosos en San Miguel Almaya fue desarrollado en base a la descripción de la localidad de estudio, el método utilizado para dicha descripción fue el Enfoque Sistémico, que retoma las dimensiones del Desarrollo Local Sustentable, es decir que, al usar el Enfoque Sistémico, se utiliza el Desarrollo Local Sustentable.

De entre los objetivos específicos se logró definir los conceptos más relevantes sobre la Gestión Manejo de Residuos; fueron documentados los casos de esta en diferentes escalas político-administrativas, resaltando sus avances, sus éxitos y sus oportunidades. Se revisaron los aspectos jurídicos de los residuos sólidos

para definir la pertinencia del proyecto propuesto, en términos legales. Se describió a la localidad de estudio mediante el enfoque sistémico, lo cual permitió vislumbrar su funcionamiento, sus oportunidades y deficiencias; de la misma manera fue descrita la Gestión-manejo de sus residuos, así como la y composición de estos; posteriormente, fueron diagnosticados sus procesos de manejo en base al modelo de Manejo Diferenciado propuesto en la Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Por último, se propuso un modelo de manejo basado en la observación de las necesidades de la población, sus condiciones físicas y culturales particulares. Se espera que la propuesta responda, en la práctica, a dichas necesidades.

## Anexo estadístico

Las estimaciones tanto de población como de generación de RSU, contenidas en la figura 10 y en la tabla 5, fueron obtenidas calculando la tasa de crecimiento poblacional del periodo 2005-2010, utilizando la fórmula:

$$r = (\ln (P_1 / P_0)) / t$$

Donde:

$P_0$  es la población inicial

$P_1$  es la población final

$\ln$  es la función logaritmo natural

$t$  es el tiempo en años

Que resultó de 0.017

Para las estimaciones para los próximos 30 años, en periodos de 5 años, se utilizó la ecuación:

$$P_1 = P_0 (1+r)^t$$

Por último se estimó la generación total aplicando una multiplicación entre la población estimada y la generación per cápita del año 2017, de 0.384 kg.

Cabe señalar y aclarar que, estas estimaciones se realizaron en el supuesto de que tanto la tasa de crecimiento como la generación per cápita se mantengan constantes en el futuro. Además, para fines prácticos, las cifras fueron redondeadas a números gruesos.

## Anexo cartográfico



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



San Miguel Almaya  
Mapa topográfico

**Simbología**

-  Polígono de Almaya
-  Cuerpo de agua
-  Carretera
-  Corriente de agua
-  Camino de terracería

**Cotas altitudinales (msnm)**

	3020-3070		2770-2820
	2970-3020		2720-2770
	2920-2970		2670-2720
	2870-2920		2620-2670
	2820-2870		2570-2620

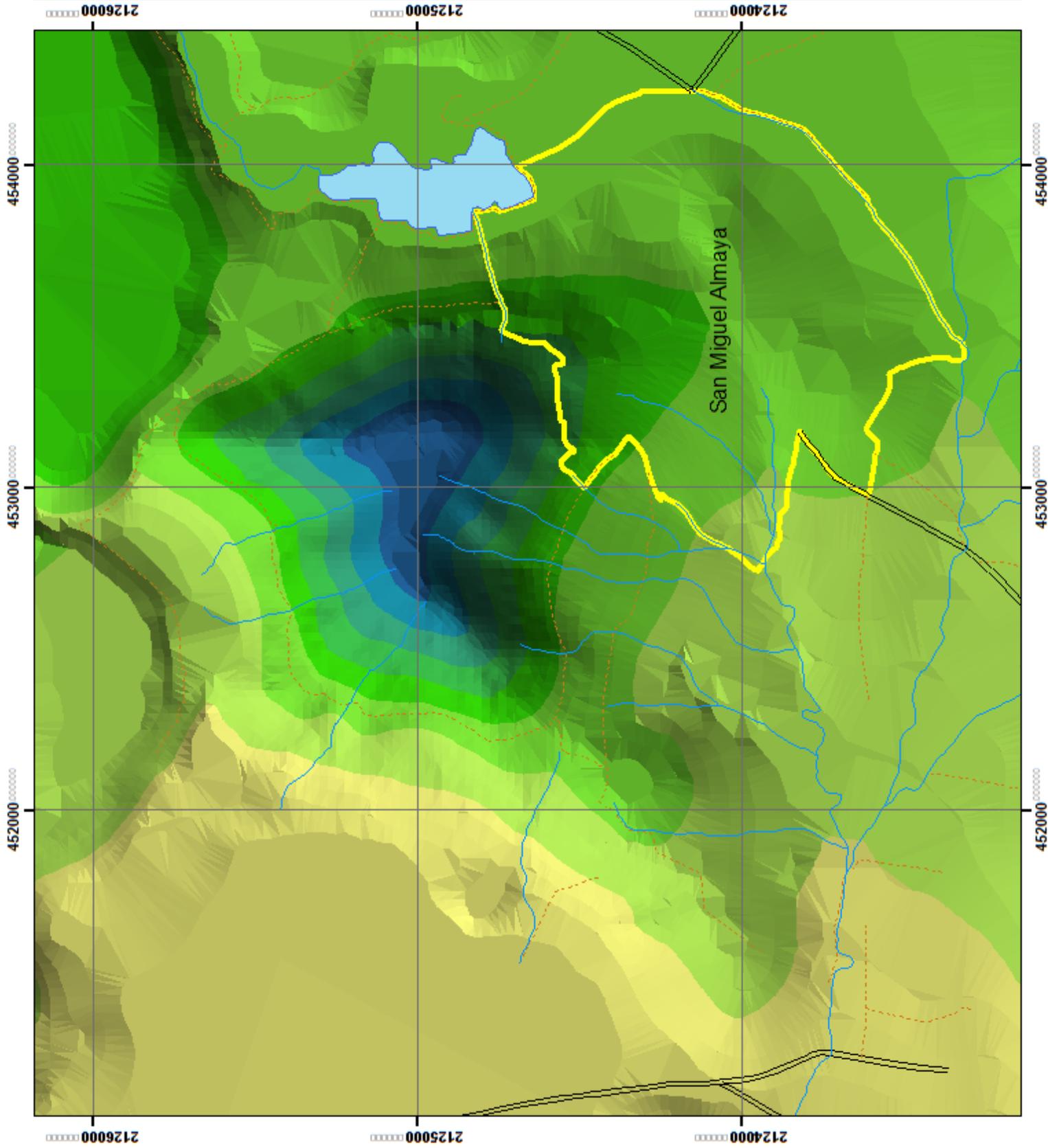


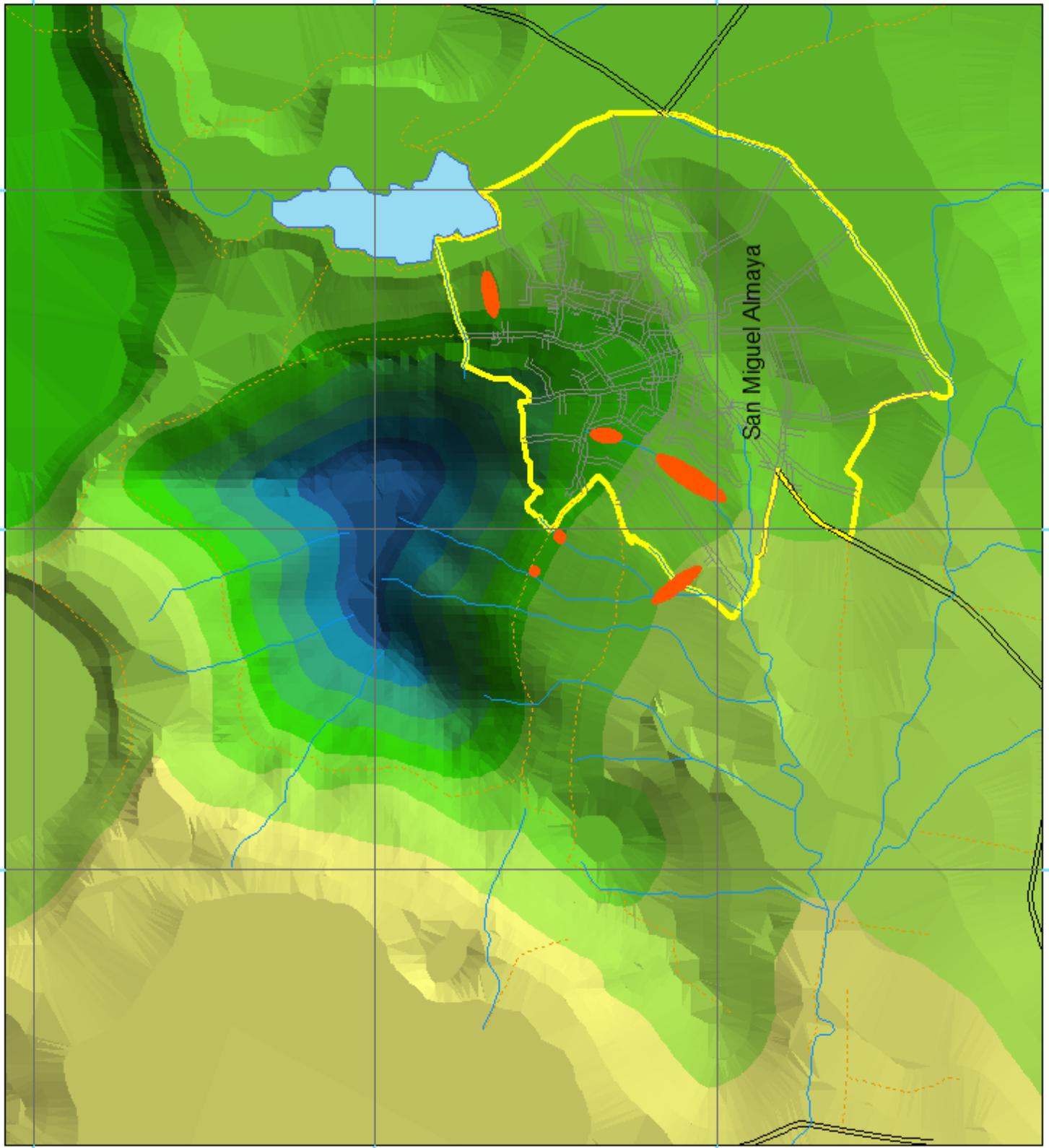
Escala numérica  
1:16,000

Fuente:  
Elaboración propia con base en  
archivos digitales del INEGI, 2015.

Elaborado por  
Jaret González Glez.

Escala gráfica  
0 90 180 360 540 720  
Metros





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

San Miguel Almaya  
 Mapa de sitios contaminados

**Simbología**

- Polígono de Almaya
- Cuerpo de agua
- Sitios contaminados
- Calle
- Carretera
- Corriente de agua
- Camino de terracería

**Cotas altitudinales (msnm)**

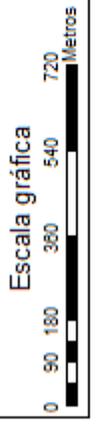
	3020-3070		2770-2820
	2970-3020		2720-2770
	2920-2970		2670-2720
	2870-2920		2620-2670
	2820-2870		2570-2620

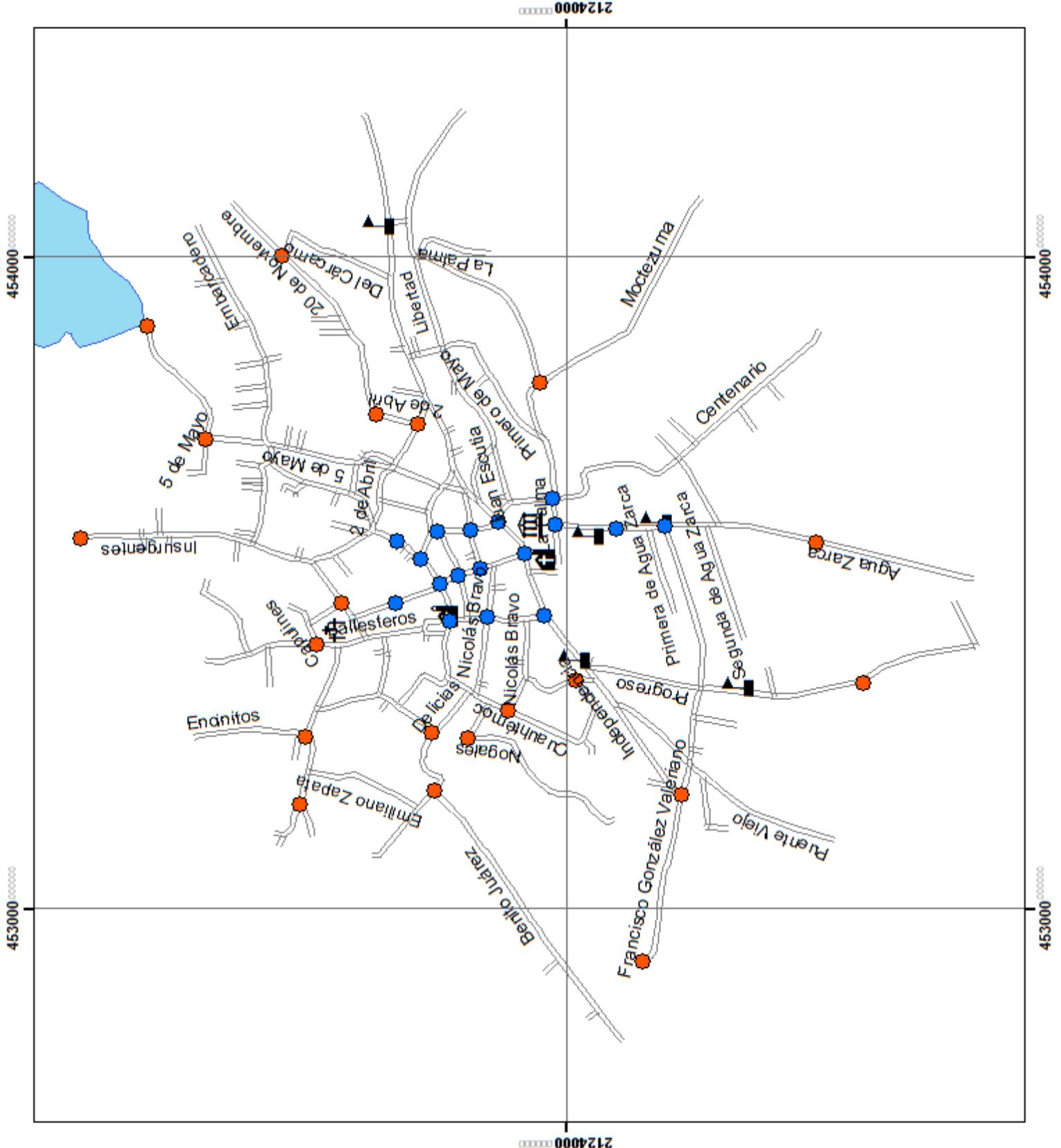


Escala numérica  
 1:16,000

Fuente:  
 Elaboración propia con base en  
 archivos digitales del INEGI, 2015.

Elaborado por  
 Jaret González Glez.






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

San Miguel Almaya  
 Mapa de contenedores públicos

- Simbología**
-  Cuerpo de agua
  -  Calle
  -  Contenedores grandes
  -  Contenedores pequeños
  -  Delegación municipal
  -  Escuela
  -  Templo religioso
  -  Panteón comunitario



Escala numérica  
 1:8,000

Fuente:  
 Elaboración propia con base en archivos digitales del INEGI, 2015.

Elaborado por  
 Jaret González Glez.



454000

453000

2124000

2124000

454000

453000




  
 Universidad Autónoma del Estado de México
   

  
 Facultad de Planeación Urbana y Regional
   
 Licenciatura en Ciencias Ambientales

San Miguel Almaya
   
 Mapa de Secciones

**Simbología**

-  Cuerpo de agua
-  Calle
-  Límite de sección
-  Delegación municipal
-  Escuela
-  Templo religioso
-  Panteón comunitario

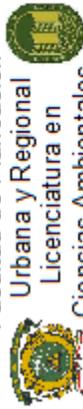


Escala numérica
   
 1:8,000

Fuente:
   
 Elaboración propia con base en
   
 archivos digitales del INEGI, 2015.

Elaborado por
   
 Jaret González Glez.





**San Miguel Almaya**  
 Mapa de ubicación del complejo

**Simbología**

- Polígono de Almaya
- Cuerpo de agua
- Buffer de 500 metros
- Sitio tentativo
- Carretera
- Camino
- Corriente de agua

**Cotas altitudinales (msnm)**

- 3020-3070
- 2970-3020
- 2920-2970
- 2870-2920
- 2820-2870
- 2770-2820
- 2720-2770
- 2670-2720
- 2620-2670
- 2570-2620

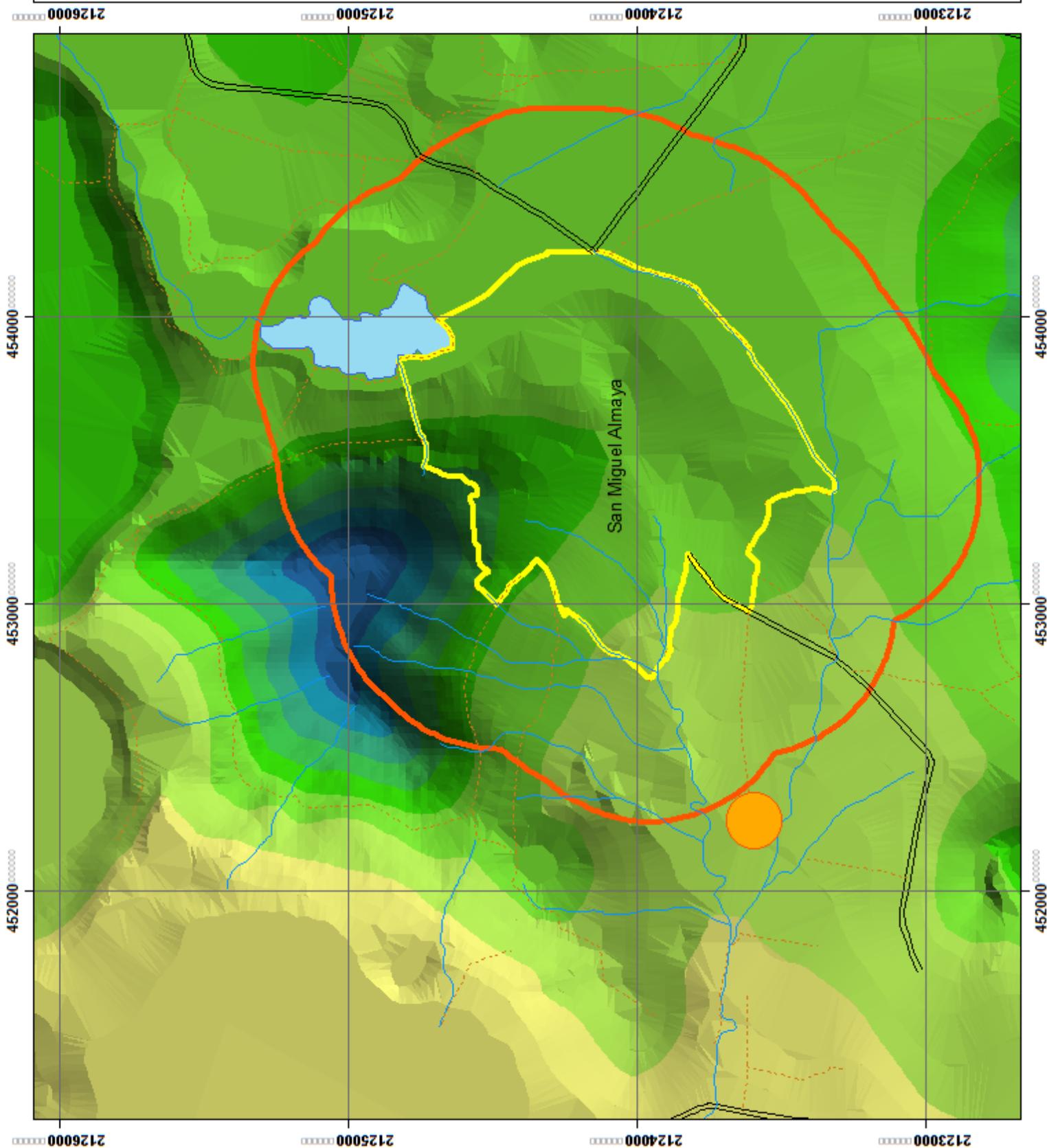


Escala numérica  
 1:18,000

Fuente:  
 Elaboración propia con base en  
 archivos digitales del INEGI, 2015.

Elaborado por  
 Jaret González Glez.

Escala gráfica



## Anexo fotográfico

Las fotografías mostradas a continuación fueron tomadas el día 23 de mayo del 2018. Cada una muestra la contaminación de una barranca utilizada como vertedero de residuos sólidos, en total son seis fotografías, de seis sitios contaminados.

