



Universidad Autónoma del Estado de
México



Facultad de Planeación Urbana y
Regional

Licenciatura en Ciencias Ambientales

**Propuesta de Programa de Manejo Integral
de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para el
Municipio de San Mateo Atenco, México.**

TESIS

Que para obtener el grado de Licenciada en Ciencias
Ambientales

PRESENTA:

Sara Martínez Guadarrama

Directora de Tesis

M. en C.A. Ma. De Lourdes García González

Toluca de Lerdo, Octubre de 2016.



Dedicatoria

A mis padres

Irma Guadarrama Calzada y Elfego Lorenzo Martínez Peralta
A ustedes porque no ha sido en vano su esfuerzo, por hacerme una persona fuerte, por ayudarme en cada instante de mi vida, por la paciencia y toda la voluntad, los amo con toda mi alma y mi corazón.

A mis hermanos

Nayda, Marco, Palemón, Elvia, Lourdes, Adriana y tú Garrochita por su cariño, apoyo y esperanza que aportan en mí cada día. Por servir como ejemplo e impulso; pero principalmente por estar cuando los necesito. Los amo.

A mi ángel de la guarda

Betito, por apoyarme en mis sueños y por ser tan noble conmigo; por estar en cada locura de juventud; sé que me acompañas a donde voy, te amo y te extraño tanto; esto también es un logro tuyo.

A mis amigos

Alonso y Rubí, por su apoyo, cariño y fortaleza que me brindan cuando lo necesito; por ocupar un cachito de mi corazón y formar parte importante de mi vida. Los quiero.

*Con mucho cariño
Sara!!!*



Agradecimientos

A Dios

Por darme vida, salud y la capacidad de concluir uno de mis sueños.

A la Universidad Autónoma del Estado de México

Por darme la oportunidad de ser parte de ella.

A mi Directora de tesis

María de Lourdes García González por su apoyo incondicional, su tiempo indefinido, sus trasnochadas por mi culpa, por todo. La aprecio mucho y le agradezco infinitamente.

Al municipio de San Mateo Atenco

En particular al personal de la quinta regiduría, al Departamento de Medio Ambiente, a los recolectores y a los encargados del centro de acopio por la facilidad brindada en realizar este trabajo.

A los que confiaron en mí

Madrina por apoyarme en decisiones importantes, por estar cuando la he necesitado. Adriana, Raúl, Oscar y Elías, gracias por su apoyo y por levantarme en situaciones difíciles; por recordarme que se debe luchar cuando se quiere algo.

A todos ustedes... Millones de gracias!!!



Índice

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	8
Abstrac.....	9
Resumen.....	10
Planteamiento del Problema.....	11
Objetivos.....	12
General.....	12
Específicos.....	12

CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.-Generalidades de los residuos sólidos urbanos.....	15
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Clasificación de los residuos sólidos urbanos.....	20
1.2.1 De acuerdo a su manejo.....	21
1.2.2 De acuerdo a la fuente que los origina.....	22
1.3 Efectos ambientales de los residuos sólidos urbanos.....	24
1.3.1 Efectos al suelo.....	24
1.3.2 Efectos al aire.....	24
1.3.3 Efectos al agua.....	25
1.3.4 Efectos a la salud.....	25
1.4 Gestión de los residuos sólidos urbanos.....	27
1.4.1 Manejo integral de residuos sólidos urbanos.....	29
1.4.1.1 Generación y composición de residuos sólidos.....	29
1.4.1.2 Recolección.....	31
1.4.1.3 Separación de los residuos sólidos.....	33
1.4.1.4 Transferencia y transporte.....	33
1.4.1.5 Disposición final.....	35
1.5 Elementos de los sistemas de manejo integral de los residuos sólidos....	36
1.5.1 Reducción y reuso en el origen.....	36
1.5.2 Reciclaje.....	37
1.6 Normatividad de los RSU.....	38



CAPITULO II CARACTERIZACION BIOFISICA DEL MUNICIPIO

2.- Municipio de San Mateo Atenco.....	43
2.1. Orografía.....	43
2.2. Geomorfología.....	44
2.3. Estructura y formación de suelo	44
2.3.1. Geología.....	44
2.3.2. Edafología.....	44
2.3.3. Aprovechamiento actual del suelo.....	45
2.4. Clima.....	46
2.5. Hidrología.....	46
2.6. Población.....	47
2.7. Aspectos económicos.....	48
2.7.1. Sector primario.....	49
2.7.2. Sector secundario.....	49
2.7.3. Sector terciario.....	50
2.8. Aspectos sociales.....	50
2.8.1. Población económicamente activa.....	50
2.8.2. Escolaridad.....	52
2.9. Diseño metodológico.....	53
2.10. Diagnóstico de manejo y gestión de los RSU en el municipio de San Mateo Atenco.....	55
2.10.1. Generación de residuos sólidos urbanos	55
2.10.2. Método de cuarteo de RSU.....	57
2.10.3. Selección y cuantificación de subproductos.....	57
2.10.4. Evaluación de la ruta de recolección de los RSU.....	58
2.10.5. Evaluación de la disposición final.....	58
2.11. Propuesta de manejo integral de los RSU para el municipio de San Mateo Atenco.....	59

CAPITULO III DISGNOTICO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN SAN MATEO ATENCO

3.-Resultados.....	61
3.1. Fuentes generadoras de RSU.....	61
3.2. Generación de residuos sólidos urbanos.....	61
3.3. Composición de los RSU del municipio de San Mateo Atenco.....	63
3.4. Recolección de residuos sólidos urbanos.....	65
3.4.1. Rutas de recolección.....	65
3.4.2. Recorridos de recolección.....	67



3.4.3. Tiempos de recolección de RSU.....	68
3.4.4. Equipo y personal.....	69
3.4.5. Disposición final.....	70
3.4.6. Costo de manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos del municipio de San Mateo Atenco.....	71

CAPITULO IV PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA EL MUNICIPIO DE SAN MATEO ATENCO

4.- Propuesta de manejo integral de residuos sólidos urbanos para el municipio de San Mateo Atenco.....	73
4.1. Introducción.....	73
4.2. Marco legal y conceptual.....	74
4.3. Objetivos.....	75
4.4. Programa para el manejo integral de residuos sólidos.....	76
4.4.1. Sensibilización, capacitación y cultura participativa en la gestión integral de residuos sólidos.....	78
4.4.2. Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos a través de una separación y recolección selectiva por parte del municipio de San Mateo Atenco.....	81
4.4.3. Almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos urbanos no reciclables.....	87
Conclusiones.....	89
Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	92
Anexos.....	97



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los RSU de acuerdo a la fuente que los origina.....	23
Tabla 2. Marco legal de residuos sólidos urbanos a nivel federal.....	38
Tabla 3. Marco legal de residuos sólidos urbanos a nivel estatal.....	39
Tabla 4. Marco legal de residuos sólidos urbanos a nivel municipal.....	40
Tabla 5. Distribución de usos de suelo.....	45
Tabla 6. PEA y PEI de San Mateo Atenco y el Estado de México.....	51
Tabla 7. Selección del tamaño de la muestra de acuerdo al riesgo.....	55
Tabla 8. Fuentes generadoras de los RSU.....	61
Tabla 9. Composición de los RSU en San Mateo Atenco.....	64
Tabla 10. División política de San Mateo Atenco.....	65
Tabla 11. Recorridos por localidades de la recolección de RSU de San Mateo Atenco.....	67
Tabla 12. Equipo, personal y combustible.....	70
Tabla 13. Costos de la gestión de RSU de San Mateo Atenco.....	71
Tabla 14. Actividades de la sensibilización, capacitación y cultura participativa en la gestión integral de los residuos sólidos.....	79
Tabla 15. Aprovechamiento de los RSU a través de una separación y recolección selectiva por parte del municipio de San Mateo Atenco.....	82
Tabla 16. Horarios de recolección selectiva.....	85
Tabla 17. Almacenamiento temporal y disposición final de residuos urbanos no reciclables.....	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de la GIRSM.....	28
Figura 2. Escolaridad de la población de San Mateo Atenco.....	52
Figura 3. Esquema metodológico.....	54
Figura 4. Esquema de la propuesta de manejo integral de RSU.....	59
Figura 5. RSU generados en el municipio de San Mateo Atenco en un periodo de siete días.....	62
Figura 6. Composición de los RSU en San Mateo Atenco.....	63
Figura 7. Rutas de recolección de RSU de San Mateo Atenco.....	66
Figura 8. Residuos sólidos urbanos de la primera separación.....	68
Figura 9. Residuos sólidos urbanos de la segunda separación.....	69
Figura 10. Propuesta de programa de manejo integral de RSU.....	77
Figura 11. Ruta.....	84
Figura 12. Puntos.....	86



Abstract

Urban solid waste since ancient times are a direct consequence of the type of activity performed by man, but now we have a growing population and a consumer society which generates large quantities and variety of waste from its activities. In Mexico studies generation and composition of municipal solid waste (MSW) for small urban areas become more important as it requires reliable data for proper management of MSW. Therefore the aim of the research was to determine the generation and composition of MSW generated in the municipality of San Mateo Atenco, Mexico in 2015. For this direct sampling was performed on the collection routes and storage center for 7 days the results showed a per capita generation of 0.953 Kg / inhab. / day, very close to the country in 2012 was 0.99kg per capita per day established by the Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAT, 2012). The composition analysis was conducted by the method of quartering of NMX-AA-015-1985, which results show that the waste that is produced in greater amount is leather followed by colored glass, organic matter and other which they are similar to the national average for potentially recyclable and non-recyclable. Therefore the generation and composition of municipal solid waste in San Mateo Atenco, are defined by the municipality's own productive activities.

Keywords: generation, composition, RSU, municipality.



Resumen

Los residuos sólidos urbanos desde tiempos remotos son una consecuencia directa del tipo de actividad desarrollada por el hombre, sin embargo en la actualidad nos encontramos con una población creciente y una sociedad de consumo la cual genera grandes cantidades y variedad de residuos procedentes de sus actividades. En México los estudios de generación y composición de residuos sólidos urbanos (RSU) para localidades urbanas pequeñas cobran importancia ya que se requiere de datos confiables para realizar una gestión adecuada de los RSU. Por esta razón el objetivo de la investigación fue determinar la generación y composición de RSU generados en el municipio de San Mateo Atenco, México en 2015. Para esto se realizó un muestreo directo en las rutas de recolección y el centro de acopio durante 7 días y los resultados arrojaron una generación per cápita de 0.953 Kg/hab/día, muy cercana a la del país en 2012 que fue de 0.99Kg diarios per cápita establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2012). El análisis de la composición se llevó a cabo por el método del cuarteo de la Norma NMX-AA-015-1985, cuyos resultados muestran que el residuo que se produce en mayor cantidad es el cuero seguido del vidrio de color, materia orgánica y otros los cuales son semejantes al promedio a nivel nacional para los potencialmente reciclables y los no aprovechables. Por tanto la generación y composición de los residuos sólidos urbanos de San Mateo Atenco, están definidos por las actividades productivas propias del municipio.

Palabras clave: generación, composición, RSU, municipio.



Introducción

Los residuos sólidos urbanos desde tiempos remotos son una consecuencia directa del tipo de actividad desarrollada por el hombre, sin embargo en la actualidad nos encontramos con una población creciente y una sociedad de consumo la cual genera grandes cantidades y variedad de residuos procedentes de sus actividades.

En México los estudios de generación y composición de residuos sólidos urbanos (RSU) para localidades urbanas pequeñas cobran importancia ya que se requiere de datos confiables para realizar una gestión adecuada de los mismos.

En el Estado de México, en las últimas décadas municipios pequeños como San Mateo Atenco, alojan a una población creciente que requiere de servicios básicos para darle una funcionalidad adecuada al sistema en el que se vive, en la medida en que estos sistemas sean planeados y desarrollados adecuadamente, mejor será la calidad de vida en el municipio.

A sí mismo, el crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el comercio ha contribuido al cambio de estilo de vida de la población de San Mateo Atenco, lo cual lleva a una demanda mayor de bienes de consumo desechables y a su vez a una creciente generación de residuos sólidos urbanos, los cuales representan un gasto social y económico para el gobierno municipal, la calidad de vida de la población, la imagen urbana del municipio y el impacto al ambiente.

En este sentido, los impactos ambientales ocasionados por el manejo de los residuos, se manifiestan principalmente en la contaminación de suelo, aire, agua superficial y subterránea, o bien las afectaciones a la salud pública por malos olores, transmisión de patógenos y fauna nociva.

En este contexto, se propone la hipótesis de que el manejo de los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México, es el resultado



de la ausencia de una planeación para el manejo integral de estos que promueva la cultura ambiental en la población generadora y las instancia del gobierno municipal encargadas de este proceso.

Para lo cual se plantea como objetivo general:

La elaboración de una propuesta de plan de manejo integral que permita llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco, México.

Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

Revisión documental del manejo de los RSU.

Realizar un diagnóstico de generación y composición de los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco.

Elaboración de una propuesta de plan de manejo integral de residuos sólidos urbanos para San Mateo Atenco, México.

Debido a que se presenta la ausencia de una política clara para el manejo adecuado y la formación de una cultura ambiental en la generación de los residuos sólidos urbanos por las fuentes generadoras y de criterios de prevención de la generación de estos.

La propuesta de manejo integral de residuos sólidos urbanos para el municipio de San Mateo Atenco, México, permitirá la formación de una cultura ambiental en la generación y manejo de estos en los diferentes generadores, el aprovechamiento de los mismos y reducción en el costo del manejo por parte del municipio.



En este sentido la elaboración de un plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos resulta una actividad urgente y prioritaria, por lo que el resultado de dicho estudio que se presenta se ha estructurado de la siguiente manera.

La tesis está conformada por cuatro capítulos; en los dos primeros se presenta la fundamentación teórica, la caracterización biofísica del municipio y metodológica de los residuos sólidos urbanos para el análisis de los mismos y así sustentar la propuesta y las recomendaciones desde una perspectiva integral. Así como, las disposiciones jurídicas establecidas tanto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), como en otros ordenamientos legales vigentes y sus competencias de los diferentes órdenes de gobierno; federal, estatal y municipal en la gestión de los residuos.

En el capítulo tres se presentan los resultados del diagnóstico que muestra la situación que guardan los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco en el año 2015. En el capítulo cuatro se presenta la propuesta de manejo integral de los RSU del municipio, el cual se propone como una herramienta para la toma de decisiones y el fomento de una cultura ambiental para la reducción de los residuos y áreas de oportunidad para su manejo.

Finalmente en las conclusiones engloban tanto los principales hallazgos de los residuos, como los puntos coincidentes y aspectos claves considerados como importantes para el fortalecimiento de las instituciones municipales y la solución expedita de los citados problemas vinculados a los residuos sólidos urbanos municipales.



CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO



En este capítulo se presentan, aspectos generales de los residuos sólidos urbanos; antecedentes sobre su generación, clasificación, efectos ambientales y a la salud, así como, el manejo integral de los residuos de acuerdo a la norma NMX-NOM-161 SEMARNAT-2011.

1. Generalidades de los residuos sólidos urbanos

Existen diversas fuentes que definen al termino de residuo sólido, estas fuentes coinciden en los términos que un residuo solido es cualquier material que deja de tener un valor para su poseedor siendo este desechado.

Residuo: *“Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero”* (LGEEPA, 2007; título primero, fracción XXXII).

Residuo: *“Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven”* (LGPGIR, 2015, artículo 5, fracción XXIX).

Los desechos sólidos, *“comprenden todos los residuos domésticos y los desechos no peligrosos, como los desechos comerciales e institucionales, las basuras de la calle y los escombros de la construcción”* (agenda 21, 1998, capítulo 21, fracción 21.3).

Residuo sólido, *“comprenden todos los residuos que provienen de las actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos”* (Tchobanoglous, 1994).



Los residuos sólidos municipales (RSM), conocidos comúnmente como basura, están compuestos por residuos orgánicos (Producto de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como, vidrio, plástico, metales y material inerte, los cuales provienen de las actividades que se desarrollan en el ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se deriven de sus procesos. (GIRSM, 2002)

El efecto ambiental más evidente del manejo inadecuado de los RSM lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural, el depósito de estos en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, son de los efectos ambientales más serios, como la contaminación del suelo y cuerpos de agua, así como por la infiltración en el suelo del lixiviado (producto de la descomposición de la fracción orgánica contenida en los residuos y mezclada muchas veces con otros residuos de origen químico). (Op.cit.)

Los RSM son considerados hoy en día por la Organización para la Cooperación Ambiental y el Desarrollo Económico (OCDE), como lo que podría ser la punta de un "iceberg" formada por los productos de consumo que se desechan en grandes volúmenes , pero debajo de los cuales se encuentran, en primer término los residuos que se generan en las actividades industriales que transforman los materiales primarios en tales productos de consumo, y en segundo, los voluminosos residuos producidos por las actividades extractivas de materiales primarios (minerales, petróleo y sus derivados, generación de productos maderables, etc.), los cuales constituyen lo que se denomina como residuos enmascarados. (Op.cit.)



Con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en mayo de 2003, lo que se conocía como residuos sólidos municipales es ahora conocido como Residuos Sólidos Urbanos (RSU). La gran diversidad y heterogeneidad de los RSU dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y por tanto, de manejo de los mismos. (Op.cit.)

1.1 Antecedentes

El manejo efectivo y seguro de los residuos sólidos urbanos, comúnmente conocidos como basura, es un reto que ha mantenido en jaque a la humanidad durante toda su historia. Actualmente, el reto de manejar adecuadamente los residuos sólidos no sólo continúa siendo una realidad, sino que es cada día más grande, muchos países han implementado diversos esfuerzos para resolver este problema. (Sustenta, 1996).

En la Unión Europea se ha decretado legislación para reducir el volumen de residuos sólidos generados, preseleccionando algunos de sus componentes, recolectándolos de manera selectiva y ofreciéndolos después para su reciclado. En los Estados Unidos y Canadá, un gran número de ciudades han establecido programas voluntarios de separación y recolección selectiva de materiales reciclables. Estos esfuerzos han tenido diversos resultados, sin embargo, el común denominador de todos ellos ha sido su alto costo; esta explicación apunta al hecho de que únicamente se le presta atención a una parte de los componentes de los residuos sólidos. Por esta razón, a nivel mundial se ha desarrollado un concepto o filosofía para su manejo, que toma en consideración la totalidad de los componentes, así como todas las técnicas disponibles para el tratamiento. El propósito es que los residuos sólidos sean manejados integralmente. (Sustenta, 1996).

El Instituto Nacional de Ecología considera que el control de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados por los habitantes del país se inició en la época precortesiana y la salud pública en México quedó legalmente sustentada el día 15



de julio de 1891, fecha en la que se expidió el Primer Código Sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad. A su vez, los primeros estudios relacionados con los RSM se realizaron hasta la segunda década del presente siglo, cuando la Comisión Constructora estuvo a cargo del Ing. Miguel Ángel de Quevedo, quién desarrolló estudios de pulverización de residuos sólidos para destinarlos a abono agrícola y estudios de saneamiento en varios barrios de la Ciudad de México.

Los primeros intentos por parte de la federación en el control de los RSM, se inician apenas en el año de 1964, cuando la Dirección de Ingeniería Sanitaria pasó a formar parte de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, (CCISSA), con la finalidad de atender, a nivel nacional los programas de recolección y disposición de los RSM, entre otras responsabilidades. Con este organismo da principio la incorporación de técnicas y métodos de ingeniería para tratar de solucionar el problema, cada vez más creciente, de los residuos sólidos. La primera obra de gran magnitud para el control de los RSM, se realiza en la década de 1960, cuando en la ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección de profesionales y técnicos de la CCISSA.

Al relleno sanitario de la ciudad de Aguascalientes, le siguieron planes integrales de recolección y disposición de los RSM en las principales capitales de los estados de la República y en otras ciudades, que por su importancia, contaban con la asesoría necesaria para resolver este problema.

Este tipo de asesorías por parte del gobierno federal terminaron en el año de 1981, cuando la consultoría en comunicaciones e Informática, S.A. de C.V. (CCISSA) se liquidó y las funciones de la parte de Ingeniería Sanitaria fueron absorbidas por la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SMA) de la misma Secretaría de Salubridad y Asistencia, creada en 1972. En el Consejo Técnico de la SMA, se inició un programa a nivel nacional que duró de 1973 a 1976, con el apoyo de un



crédito otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Por medio de este programa, se proporcionó asesoría y se desarrollaron los proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de los RSM en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Cd. Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

También se iniciaron los primeros cursos de capacitación para personal de los municipios y se desarrollaron las primeras instancias para identificar el problema de los residuos sólidos industriales. A finales de la década de 1970 y hasta 1982, en la Dirección de Ecología Urbana de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), se llevaron a cabo una serie de proyectos, así como la elaboración de normas técnicas para el control de los RSM. Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) en el año 1982, todas las atribuciones en el área de control de los RSM se conjuntaron en la Subsecretaría de Ecología. En esta dependencia, a partir de 1983, se inicia el programa RS100, el cual consistió en la elaboración de proyectos ejecutivos de relleno sanitario en las ciudades mayores de 100 000 habitantes.

Aunado a lo anterior, se elaboraron los manuales de diseño de rellenos sanitarios y los programas de diseño de rutas de recolección mediante el uso de computadora, así como los proyectos ejecutivos para el confinamiento de residuos industriales. Además, se continuó impartiendo cursos de capacitación y adiestramiento a personal de los municipios del país.

En 1992 desaparece la SEDUE y se crea la Secretaría de Desarrollo Social, (SEDESOL) la cual incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE).

La SEDESOL continúa brindando apoyo a los municipios, a través del desarrollo de proyectos ejecutivos y del financiamiento para la construcción de infraestructura para el control de los RSM y la construcción y operación de rellenos sanitarios, hasta la fecha. La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales



y Pesca, (SEMARNAP), se crea en 1994 incorporando al INE y a los demás órganos que en la SEDESOL se ocupaban de cuestiones ambientales. En este contexto, el INE asume la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los residuos sólidos municipales.

Desde los albores del presente siglo, los municipios del país se enfrentan a la responsabilidad de llevar a cabo las acciones necesarias para prestar el servicio de aseo urbano (SAU) y/o servicio de limpia en sus localidades, de manera tal que se mantengan buenos niveles de eficiencia y con ello lograr el control de los residuos sólidos municipales (RSM), lo cual con lleva una serie de problemas que son inherentes a la prestación de un servicio tal es el caso de la infraestructura y los sistemas de manejo que son sumamente precarios, dada la desproporción que guarda la cantidad creciente de los RSM generados con las capacidades existentes de manejo, vigilancia y control. (INE, 2007)

1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos se pueden clasificar de diversas formas y criterios, de acuerdo a la importancia que revisten, la utilidad, la peligrosidad, fuente de producción, posibilidades de tratamiento, tipo de materiales, entre otros; es importante la clasificación de estos para llevar a cabo un plan de manejo de los RSU integral de una manera eficiente y constructiva. (Pérez, 2011)

Los residuos son aquellos materiales cuyo poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido, semisólido, líquidos o gases contenidos en recipientes, y que pueden ser susceptibles de recibir tratamiento o disposición final. (Pérez, 2011)



1.2.1 De acuerdo a su manejo

La Ley General de Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) en México hace la siguiente clasificación de acuerdo a su manejo:

Residuos de manejo especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos.

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. (Pérez, 2011)



1.2.2 De acuerdo a la fuente que los origina

Tchobanoglous et al, (1994), propone una clasificación de acuerdo a la fuente que los origina y considera que los residuos sólidos urbanos incluyen todos los residuos generados en una localidad excepto los residuos de procesos industriales y de los de residuos agrícolas como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los RSU de acuerdo a la fuente que los origina

Fuente	Instalaciones, actividades localizaciones donde se generan	Tipo de Residuos Sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc., unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceites, neumáticos) residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón. Plásticos, madera, residuos especiales, residuos peligrosos.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	Papel, cartón. Plásticos, madera, residuos especiales, residuos peligrosos.
Construcción y Demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/ renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento)	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques, playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de Tratamiento, incineradoras municipales	Agua, aguas residuales, procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Residuos sólidos urbanos	Todos los citados	Todos los citados
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinерías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Fuente: Tchobanoglous et al. 1994



1.3 Efectos ambientales de los residuos sólidos urbanos

Respecto a los efectos que causan el manejo y disposición final inadecuado de los residuos sólidos urbanos al medio ambiente y a la salud del hombre, se mencionan los siguientes. (FEAM/MG, 1995)

1.3.1 Efectos al suelo

La descarga y acumulación de residuos en sitios periurbanos, urbanos o rurales producen impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes. El volcamiento de residuos en sitios frágiles o inestables y en depresiones causadas por erosión puede ocasionar derrumbes de franjas de morros y residencias construidas en áreas de riesgo o suelos con pendiente. (FEAM/MG, 1995)

Además, los desechos sólidos depositados en un botadero a cielo abierto o en un relleno sanitario, contamina el suelo que subyace con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos que están presentes en el lixiviado de los desechos. (FEAM/MG, 1995)

1.3.2 Efectos al aire

Los principales impactos asociados a la contaminación atmosférica son los olores molestos en las proximidades de los sitios de disposición final y la generación de gases asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica, y a la quema al aire libre de los residuos o su incineración sin equipos de control adecuados, genera gases y material particulado, tales como, furanos, dioxinas y derivados organoclorados, problemas que se acentúan debido a la composición heterogénea de residuos con mayores tenores de plásticos. (FEAM/MG, 1995)



1.3.3 Efectos al agua

El vertimiento de residuos sólidos sin tratamiento puede contaminar las aguas superficiales o subterráneas usadas para el abastecimiento público, además de ocasionar inundaciones por obstrucción de los canales de drenaje y del alcantarillado. (FEAM/MG, 1995)

La contaminación de las aguas superficiales se manifiesta en forma directa con la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementando de esta forma la carga orgánica con la consiguiente disminución de oxígeno disuelto, incorporación de nutrientes y la presencia de elementos físicos que imposibilitan usos ulteriores del recurso hídrico y comprometen severamente su aspecto estético. (FEAM/MG, 1995)

En forma indirecta, la escorrentía y lixiviados provenientes de los sitios de disposición final de residuos sin tratamiento, incorpora tanto a las aguas superficiales, como a los acuíferos, los principales contaminantes caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica y sustancias tóxicas. (FEAM/MG, 1995)

La contaminación de los cursos de agua puede significar la pérdida del recurso para consumo humano o recreación, ocasionar la muerte de la fauna acuática y el deterioro del paisaje. Estos factores y las respectivas medidas de mitigación deben ser considerados en un plan de manejo eficiente de los residuos sólidos. (FEAM/MG, 1995)

1.3.4 Efectos a la salud

El manejo inadecuado de los residuos sólidos puede generar significativos impactos negativos para la salud humana. Los residuos son una fuente de transmisión de enfermedades, ya sea por vía hídrica, por los alimentos



contaminados por moscas y otros vectores. Si bien algunas enfermedades no pueden ser atribuidas a la exposición de los seres humanos a los residuos sólidos, el inadecuado manejo de los mismos puede crear condiciones en los hogares que aumentan la susceptibilidad a contraer dichas enfermedades. (FEAM/MG, 1995)

Los contaminantes biológicos y químicos de los residuos son transportados por el aire, agua, suelos, y pueden contaminar residencias y alimentos (por ejemplo: carne de cerdo criados en botaderos que transmite cisticercosis) representando riesgos a la salud pública y causando contaminación de los recursos naturales.

Las poblaciones más susceptibles de ser afectadas son las personas expuestas que viven en los asentamientos pobres de las áreas marginales urbanas y que no disponen de un sistema adecuado de recolección domiciliaria regular. Otro grupo de riesgo es el de las personas que viven en áreas contiguas a basurales clandestinos o vertederos abiertos. (FEAM/MG, 1995)

La población más expuesta a los riesgos directos son los recolectores y los recicladores que tienen contacto directo con los residuos, muchas veces sin protección adecuada, así como también a las personas que consumen restos de alimentos extraídos de la basura. Los recicladores, y sus familias, que viven en la proximidad de los vaciaderos pueden ser, a su vez, propagadores de enfermedades al entrar en contacto con otras personas. (FEAM/MG, 1995)

La disposición final de residuos en un vertedero a cielo abierto constituye una amenaza para la salud pública, principalmente por la proliferación de vectores, transporte de patógenos y materiales peligrosos por el aire y vapores de metano que forman los lixiviados así como, el humo generado por la quema de residuos el cual constituye un importante irritante respiratorio e influye a que las poblaciones expuestas sean mucho más susceptibles a las enfermedades respiratorias. (FEAM/MG, 1995)



Los residuos sólidos pueden contener sustancias orgánicas e inorgánicas peligrosos, perjudiciales a la salud humana, y al ambiente natural. (FEAM/MG, 1995)

La exposición humana a los residuos peligrosos puede ocurrir: (a) en los sitios de su producción (exposición ocupacional o exposición durante accidentes); (b) durante el transporte de residuos en el caso de accidentes, y (c) en los sitios donde se almacenan o se depositan para su tratamiento. (FEAM/MG, 1995)

La falta de medidas de prevención y control de riesgos, especialmente en la recolección manual de los mismos y debido a las condiciones poco seguras del manejo de la basura, falta de hábitos y condiciones de higiene entre los trabajadores aumenta la incidencia de accidentes y enfermedades asociadas, tales como los cortes por materiales punzo cortantes, las infecciones y otras enfermedades asociadas a exposición a productos peligrosos y a vectores. (FEAM/MG, 1995)

1.4 Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos

La gestión integral de los residuos sólidos municipales (GIRSM), puede ser definida como la disciplina asociada al control del manejo integral de los RSM (reducción en la fuente, reuso, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final) de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas públicas. (SEMARNAT, 2002)

Dentro de su ámbito la GIRSM incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingenierías involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos. Las soluciones pueden implicar relaciones interdisciplinarias complejas entre campos como la ciencia política, el urbanismo, la planificación regional, la geografía, la economía, la salud

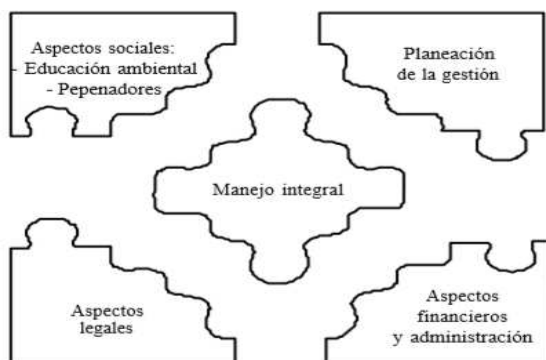


pública, la sociología, la demografía, las comunicaciones y la conservación, así como la ingeniería y la ciencia de los materiales (SEMARNAT, 2002).

Los problemas asociados a la GIRSM en la sociedad actual son complejos, por la cantidad y naturaleza diversa de los residuos, el desarrollo de zonas urbanas dispersas, las limitaciones de fondos para los servicios públicos, los impactos de la tecnología y las limitaciones emergentes de energía y materias primas (SEMARNAT, 2002).

En consecuencia, se debe realizar la GIRSM de una manera eficaz y ordenada: identificar las relaciones y los aspectos fundamentales implicados, obtener información con datos uniformes para sustentar el diseño de programas de la GIRSM tanto federales y estatales como municipales, a fin de lograr la optimización de los recursos, la capacitación del personal, la reestructuración de los métodos y procedimientos operativos y administrativos, la educación ambiental para lograr la participación comprometida de la población y el establecimiento de mecanismos para dar continuidad a proyectos y programas a través de los cambios administrativos (ver figura 1) (SEMARNAT, 2002).

Figura 1. Elementos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (GIRSM)



Fuente: SEDESOL, 2006



Una gestión eficiente de los RSM tiene que basarse en una planeación profunda y transparente, que se resume en un Programa o Plan de GIRSM. Previamente se debe realizar un diagnóstico para disponer de la información necesaria. La suma de los resultados del diagnóstico y los objetivos políticos en el sector, permite una planeación que defina las prioridades, acciones operativas y de monitoreo (SEMARNAT, 2002).

1.4.1. Manejo integral de residuos sólidos urbanos (MIGRSU)

La guía para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos establece que se deberán cumplir las siguientes etapas: (GIRSM, 2002)

1.4.1.1. Generación y composición de Residuos sólidos

La generación y composición de los RSM de origen doméstico varía de acuerdo con la modificación de los patrones de consumo de la población y depende esencialmente de los siguientes factores: (GIRSM, 2002)

- El nivel de vida de la población.
- La estación del año.
- El día de la semana.
- Las costumbres de los habitantes.
- La zona donde se habita.

De acuerdo con lo anterior, el aumento en el nivel de vida de la población promueve un incremento en la generación de residuos de empaques o embalajes, plástico, papel y cartón. En relación a las estaciones del año, en el verano se producen más residuos de frutos y verduras, mientras que en el invierno se desechan gran cantidad de residuos orgánicos derivados de festejos, botellas de



licor, latas, envolturas y empaques de enseres. La generación de RSM de una población se mide en kilogramos (kg) por habitante por día (generación per cápita) y se obtiene a partir de la información obtenida de un muestreo aleatorio en campo, en cada uno de los sectores socioeconómicos de la población. Para ser eficiente debe tenerse tres medidas por su destino y en cada una considerar el peso y el volumen (pues este demanda mayor manejo). (GIRSM, 2002)

En nuestro país, son pocas las ciudades que han cuantificado los residuos sólidos domésticos y no domésticos que se generan, para planear y programar las inversiones en el corto, mediano y largo plazo que permitan desarrollar un sistema de GIRSM. De hecho, los estudios para determinar la generación de residuos están enfocados principalmente a los residuos domésticos, ya que las fuentes generadoras no domésticas presentan un vacío en cuanto a su clasificación y a los procedimientos aplicables para obtener parámetros o índices representativos. (GIRSM, 2002)

Es necesario incrementar los estudios de las fuentes no domésticas para enfrentar con mayor seguridad su manejo. Estos estudios se pueden realizar aplicando el mismo procedimiento descrito para los residuos sólidos domésticos, pero siempre y cuando se pueda determinar confiablemente el tamaño de la muestra. También deben definirse los giros o actividades que se pretenden muestrear en la localidad. Por ejemplo, el primer paso para analizar un estudio de generación en fuentes comerciales consiste en la investigación en los diversos organismos encargados de su coordinación, del número total de establecimientos comerciales formales e informales y agremiados establecidos o en vía pública. A su vez, se hace una clasificación de los establecimientos de acuerdo con la clase de desechos que generan y la diversidad de comercios en cuanto a su tamaño. (GIRSM, 2002)



Posteriormente, estableciendo el universo de trabajo se realiza un muestreo preliminar, el cual arrojará valores estadísticos que permitan determinar el tamaño de la muestra y definir los parámetros que se requiere conocer. (GIRSM, 2002)

En México existen las Normas Mexicanas NMX-AA-015-1985, NMX-AA-022-1985 y NMX-AA-061-1985, que definen los parámetros para realizar un estudio de generación de residuos. Cuando no se dispone de información será necesario estimar los parámetros directa o indirectamente. (GIRSM, 2002)

1.4.1.2 Recolección

La recolección tiene por objeto retirar los RSM de la fuente generadora (hogar, comercios, oficinas, mercados, rastros, etc.) a fin de concentrarlos en un punto de transferencia, centro de acopio para su proceso (reciclaje o tratamiento) o, de otra manera llevarlos directamente al sitio de disposición final. Al llevar a cabo un sistema de recolección es importante considerar si se va a establecer un sistema de recolección separada y definir la clasificación de los subproductos. (GIRSM, 2002)

Diseño del sistema de recolección

Una de las primeras decisiones que deben tomarse en cuenta al diseñar el sistema de recolección es el método utilizado para la recolección de los residuos. Esta es una decisión importante porque incide en las otras variables incluyendo el tipo de recipiente para almacenamiento, tamaño de la cuadrilla y en la selección de los vehículos recolectores. Entre los métodos más comunes para la recolección de los RSM se tienen: (GIRSM, 2002)

Parada fija: consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, los usuarios acuden a entregar sus residuos.



Acera: consiste en que simultáneamente al recorrido del camión por su ruta, los “peones” de la cuadrilla van recogiendo los residuos, previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas.

Contenedores: consiste en instalar depósitos para que los usuarios vierten sus residuos que posteriormente serán recogidos.

Se deberá tener cuidado en supervisar el depósito y recolección de los residuos, ya que en ocasiones estos contenedores se convierten en basureros debido a que se dejan las bolsas fuera del contenedor y fácilmente los dispersan. Otro factor importante a considerar es la frecuencia de recolección, que incide al igual que el método en los costos globales del sistema.

El incremento en la productividad del personal de recolección puede reducir significativamente los costos globales, esto debido a que el costo de la recolección constituye entre el 70% y 85% del costo total del manejo de los residuos sólidos y, a su vez, el costo de mano de obra representa 60% al 75% del costo de la recolección. Así mismo se debe determinar qué tipo de residuos deben ser rechazados por las cuadrillas de recolección, ciertos materiales tales como: neumáticos, muebles, animales muertos y residuos peligrosos. (GIRSM, 2002)

La ruta de recolección establece los recorridos específicos que deben realizar los transportes con el fin de recolectar eficientemente, para diseñar las rutas de recolección en una localidad es recomendable dividirla en sectores operativos, determinar el número de vehículos necesarios y asignar un área del sector a cada vehículo recolector. Para ello será necesario realizar un proyecto con el cálculo teórico de las necesidades o áreas asignadas a cada vehículo y posteriormente realizar los ajustes necesarios en el área de trabajo, para balancear y nivelar las cargas entre las diferentes cuadrillas durante la semana. Es recomendable que cada uno de estos sectores operativos tenga los vehículos de recolección requeridos, oficinas y garage, buscando que sea una sección administrativa autónoma con servicios de mantenimiento preventivo y limpieza. (GIRSM, 2002)



1.4.1.3 Separación de los residuos sólidos

La segregación temprana de residuos domiciliarios es básica, ya que es la forma más efectiva de contribuir a que éstos se asemejen a los residuos industriales, lo cual se requiere que las autoridades establezcan la recolección separada de los residuos clasificados en por lo menos tres categorías, el cumplimiento de los generadores al no mezclar y el compromiso de los servicios de recolección para canalizar lo reciclable a la infraestructura establecida para su tratamiento. El sistema de separación de los RSU, representa una forma de manejo de los residuos que permite aprovecharlos hasta en un 85%. Separando en botes o contenedores diferentes, en lugar de mezclar todo en uno solo, se evita convertir todos los desechos en basura. (GIRSM, 2002)

Una forma sencilla de separación es en tres diferentes categorías: Reciclables limpios y secos, que son todos esos envases y materiales de desechos que se pueden guardar limpios y secos, sin importar de qué material sean: plástico, aluminio, vidrio, papel y cartón. Orgánicos, que son los desechos biodegradables derivados de la preparación y consumo de alimentos y del mantenimiento de jardines, áreas verdes, corrales y huertas. Sucios, tóxicos y sanitarios, que son esos desechos difíciles de manejar por estar sucios, ser tóxicos o provenir de sanitarios. La educación del público, especialmente la de niños y mujeres, es fundamental para modificar los hábitos domésticos y de consumo, a fin de favorecer la selección de materiales reciclables y de involucrarlos en los programas de reciclaje. (Op.Cit.)

1.4.1.4 Transferencia y transporte

Se aplica el término estación de transferencia a las instalaciones en donde se hace el traslado de basura de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha



mayor capacidad de carga. Este segundo vehículo, o transporte suplementario, es el que traslada los RSM hasta su destino final, teniendo como objetivo básico incrementar la eficiencia global del servicio de transferencia a través de la economía en el sistema de transporte y en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra empleada en la recolección; así como permitir atender algún aumento que se demande en las rutas de recolección urbanas. (GIRSM, 2002)

Es importante enfatizar, que el criterio básico para el empleo de estaciones de transferencia es que la economía que se logre por la disminución de distancias y tiempos de recorrido de la flota de recolección deba ser mayor que los costos de inversión y operación del sistema de transferencia. (Op.Cit.)

Las características propias de los sitios destinados para una estación de transferencia son:

- Distancia de amortiguamiento a zonas de colindancia
- Dirección e incidencia de los vientos
- Pendientes de acceso a las instalaciones
- Accesos viales al sitio destinado para un relleno sanitario
- Superficie disponible Existen dos tipos de estaciones de transferencia en cuanto a la operación de descarga:

Directa: Emplea la gravedad para el traslado de la basura de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia.

Indirecta: Utiliza locales de almacenamiento, además equipos mecanizados para mover los RSU y para alimentar los vehículos de transferencia. Dependiendo básicamente de las características de los RSU y el tipo de vehículo de transferencia utilizado, los residuos pueden o no ser procesados en las estaciones de transferencia: compactación, trituración, enfardamiento (compactar los RSM en bloques colocándoles cintas para mantenerlos unitarios) y selección de materiales. Cuando los residuos se recolectan separados la estación de



transferencia puede servir como centro de acopio de los subproductos. La ventaja más importante de la estación de transferencia resulta de su finalidad en sí, o sea de la disminución que se logra en los costos globales de transporte en las horas improductivas de la mano de obra. Además de esta ventaja se tienen otras: (Op.Cit.)

- Aumento de la vida útil de los camiones recolectores y disminución en los costos.
- Mayor control de operación de la recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección.
- Posibilidad de solución conjunta para la disposición final de más de una municipalidad.
- Los cambios de sitios de disposición final no interfieren con las rutas, procedimientos y horarios de recolección domiciliaria.

Entre los problemas que ocurren en servicios de limpieza dotados de estaciones de transferencia tenemos: (Op.Cit.)

- Dependencia del sistema de recolección en la transferencia.
- Reclamos de los vecinos por olores, ruidos y polvaredas provocados por el funcionamiento de la estación.
- Los rellenos sanitarios y sus accesos deben estar preparados para recibir vehículos de grandes dimensiones como son los camiones de transferencia.

1.4.1.5 Disposición final.

La disposición final es la última etapa del manejo integral de los RSM y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente, así como de la salud de la población, por lo que se debe tratar y controlar mediante un sistema adecuado que minimice los impactos negativos hacia el entorno ecológico y que preserve los espacios para otros usos de forma racional. (Op.Cit.)



1.5 Elementos de los sistemas de manejo integral de los residuos sólidos

La LGPGIR define a un plan de manejo como un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica económica y social con fundamento en el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno. Para la implementación de planes de manejo es importante elegir las alternativas que minimicen los impactos al ambiente y que sean económicamente viables. (Pérez, 2011)

1.5.1 Reducción y reuso en el origen

La reducción en la fuente considera aspectos cuantitativos y cualitativos, esto es, deberá tomarse en cuenta reducir tanto la cantidad como la toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. Este proceso es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y a los impactos ambientales. La reducción en la fuente puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos o bien en la vivienda y en las instalaciones comerciales o industriales, a través de la compra selectiva de productos de consumo. Para reducir en la fuente es necesario evaluar y cambiar los hábitos de consumo. (GIRSM, 2002)

- Reducción en la fuente generadora

Para reducir los residuos en la fuente generadora se deberán evaluar los hábitos de consumo en los hogares, industrias, instituciones y empresas, a fin de realizar las compras con criterios ecológicos y reutilizar productos y materiales. Esto



requiere que los miembros de la sociedad asuman sus responsabilidades: productores de materias primas, fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores y autoridades. (GIRSM, 2002)

- Reuso

Se entiende por reuso el aprovechar al máximo los artículos, utilizándolos para diferentes fines antes de desecharlos, pueden ser muebles, máquinas, botellas, cajas, ropa, libros, etc. El reuso de materiales es la forma más ecológica de tratar los residuos, pero también la más ilimitada. Para promover el reuso se pueden incorporar mensajes e información en diferentes tipos de bolsas para el intercambio, también se puede realizar una feria de materiales usados. (GIRSM, 2002)

1.5.2 Reciclaje

El reciclaje es el reprocesamiento de los residuos de interés comercial para elaborar nuevos productos y debe ser considerado como parte de los programas de GIRSM, no como un fin en sí mismo. Deberá promoverse únicamente para aquellos productos que ofrecen beneficios ambientales globales y tienen un mercado. (GIRSM, 2002)

Los beneficios obtenidos del reciclaje son mayores cuando los residuos se componen de materiales valorizables limpios y disponibles en cantidades comercializables, como ocurre en fuentes comerciales e industriales. (GIRSM, 2002)

Como parte de una estrategia del manejo integral se recomienda se lleve de manera simultánea la recolección de los materiales reciclables de los residuos domésticos y comerciales. Esto puede hacerse teniendo metas combinadas para la recuperación de residuos comerciales y domiciliarios, tomando en cuenta que debe ser tanto ambiental como económicamente factible. (GIRSM, 2002)



1.6 Normatividad de los RSU

Las funciones de cada entidad son estipuladas de acuerdo a la jerarquía a las que se presenta, tomando en cuenta a los niveles federal, estatal y municipal, y las obligaciones y derechos de cada uno de éstos; con la finalidad de brindar la participación eficiente y dinámica de cada uno de los rangos especificados en dicha comunidad.

Nivel Federal

Para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos a nivel federal se toman como principios básicos los artículos mencionados en los instrumentos legales siguientes (ver tabla 2).

Tabla 2 Marco legal de residuos sólidos a nivel federal

Ordenamiento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 115	Indica que corresponde a los municipios la responsabilidad de prestar el servicio de limpia con el concurso del Estado.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Plantea que queda sujeto a la autorización de los municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales
Artículo 137	La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales. Otros artículos relacionados de la LGEEPA son el 5°, 7°, 8°, 15°, 134°, 135°, 136°, 137°, 138°, 140°, 141° y 142°.
Ley General Para la Protección y gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Señala lo referente a la prevención y gestión integral de los residuos. Artículos 2, 6,7,18,19,27, 39.
Ley General de Salud	Establece las disposiciones relacionadas con el servicio público de limpia en donde se promueve y apoya el saneamiento básico, se establecen normas y medidas tendientes a la protección de la salud humana para aumentar su calidad de vida. En artículos como el 45,46 y 47.

Fuente: Elaboración propia en base al marco legal federal



Nivel Estatal

El nivel estatal dentro del marco legal de los residuos sólidos urbanos, lo protagoniza el Estado de México, mostrando las siguientes disposiciones, (ver tabla 3).

Tabla 3. Marco legal de residuos sólidos urbanos a nivel estatal

Ordenamiento	Descripción
Constitución política del estado libre y soberano del estado de México	Dentro de los artículos referentes a los municipios se mencionan las facultades que tienen los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública.
Código para la biodiversidad del Estado de México	Instrumento que presenta unificar la materia ambiental con características absolutamente incluyentes con la finalidad de frenar la sobreregulación que existe en materia ambiental.
Normas Oficiales Mexicanas	A la fecha solo se ha emitido la NOM-083-ECOL- 1996 que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
Normas Mexicanas del sector ambiental	Se relacionan con la determinación de la generación y composición de los residuos sólidos municipales y las determinaciones en laboratorio de diferentes componentes.
Ley Estatal de Protección al Ambiente	Establece disposiciones de observancia obligatoria para cada estado, teniendo como objetivo la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos. Artículos: 1, 4, 5, 13
Normas Técnicas Estatales	La Ley Estatal de Protección al Ambiente puede considerar la elaboración de normas técnicas estatales obligatorias.

Fuente: Elaboración propia en base al marco legal estatal

Nivel Municipal

El municipio de san Mateo Atenco forma parte de la jurisdicción del Estado de México por lo que las funciones de los municipios estarán de acuerdo a lo estipulado en la LGPGIR, las leyes locales en materia de servicios públicos, protección al ambiente y residuos según sea el caso y las normas oficiales mexicanas y normas técnicas estatales. Conforme a esto, los municipios deberán realizar las acciones relacionadas con los siguientes rubros:



- a) Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos: Que incluye la recolección, barrido, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.
- b) Marco Institucional: Como es la elaboración de reglamentos, políticas, planes de manejo y del programa municipal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. También incluye las acciones de inspección y vigilancia de la normatividad federal, estatal y municipal en el ámbito de su jurisdicción.
- c) Gestión de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial: Aplicando los planes, programas y políticas elaborada para tal y coadyuvando con la federación y el estado. La responsabilidad del municipio en materia de residuos peligrosos se circunscribe a aquellos procedentes de los micro generadores. En materia de Residuos de Manejo Especial su consideración depende de cada uno de los estados y los convenios signados.
- d) Protección al ambiente por residuos: Elaborando diagnósticos, inventarios, promoviendo la reducción de la generación el reuso y valorización de los residuos, así como elaborando campañas de educación ambiental.(GPEPMPGIRSU, 2006)

Los instrumentos indispensables en materia del marco legal municipal son los siguientes, (ver tabla 4).

Tabla 4. Marco legal de residuos sólidos a nivel municipal

Ordenamiento	Descripción
Ley Orgánica del Municipio Libre	Establecen las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atiendan los servicios públicos.
Bando de Policía y Buen Gobierno	Plantean el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración pública municipal.
Reglamento de Limpia	El reglamento regula específicamente los aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para la prestación del servicio de limpia pública.

Fuente: Elaboración propia con base a instrumentos jurídicos municipales.



En el Bando Municipal de San Mateo Atenco, en su Título Noveno de la Protección Ecológica y el Mejoramiento del Medio Ambiente, en su capítulo único 129 se manifiesta el establecimiento de las medidas necesarias para la protección, prevención, restauración y mejoramiento del medio ambiente en el territorio municipal. (GIRSM, 2002)



Capítulo 2

Caracterización y Metodología del Municipio



En este capítulo se presentan los aspectos físicos, sociales y económicos del municipio, los cuales han permitido su crecimiento demográfico y sus actividades económicas.

2. MUNICIPIO DE SAN MATEO ATENCO

2.1 OROGRAFÍA

El Municipio de San Mateo Atenco se encuentra ubicado dentro del Valle de Toluca, perteneciente al Sistema Neovolcánico Transversal y se localiza a una altitud de 2,570 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Tiene una extensión de 30.51 kilómetros cuadrados, lo que representa 0.14% del territorio estatal. Colinda con tres municipios: Toluca al norte, Lerma al norte y oriente, mientras que Metepec lo delimita tanto al sur como al poniente; la altitud promedio del territorio municipal es de 2,570 metros sobre el nivel del mar; pertenece a la región VII del Estado de México junto con Santa Cruz Atizapan, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, Temoaya, Tianguistenco, Xalatlaco y Xonacatlán.

Su división política consta de 12 barrios, 7 colonias, 2 fraccionamientos y 1 unidad habitacional, que se agrupan en cuatro localidades: la cabecera municipal, San Pedro, Santa María la Asunción y San Francisco. Es importante resaltar que la cabecera municipal, cuentan con una población de aproximadamente 67,890 habitantes pertenecientes a la Colonia Reforma, Colonia Emiliano Zapata, Colonia Francisco I. Madero, Colonia Isidro Fabela, Colonia Álvaro Obregón, Colonia Buenavista, Barrio San Isidro, Barrio Santa María, Barrio La Concepción, Barrio San Pedro, Colonia Alfredo del Mazo, Barrio San Juan, Barrio La Magdalena, Barrio San Miguel, Barrio San Nicolás, Barrio Santiago, Barrio San Francisco, Barrio San Lucas y Barrio de Guadalupe, Fraccionamiento Santa Elena, Fraccionamiento Villas de Atenco y Unidad Habitacional Carlos Hank González lo que representa una concentración del 93.54% del total de la población, de ahí que al municipio se le considere como urbano y de bajo grado de marginación, no



obstante en algunas de las comunidades existe pobreza extrema. (PDUSMA, 2009-2012)

2.2. GEOMORFOLOGÍA

La conformación del territorio municipal es sensiblemente plana no cuenta con cadenas montañosas, sierras, cerros, volcanes o mesetas; su relieve es prácticamente homogéneo, presenta una pendiente máxima de 2% en toda su extensión, ubicándose en el rango de 0 - 5% de tal forma que el territorio es apto para la urbanización en un 70%, exceptuando a las zonas colindantes con el Río Lerma que presentan problemas de inundación en épocas de lluvia. (PDUSMA, 2009-2012)

2.3. ESTRUCTURA Y FORMACIÓN DE SUELO

2.3.1. Geología

La era de formación del territorio municipal corresponde al Cenozoico y a su vez al periodo Cuaternario siendo su tipo de roca o suelo, suelo, este corresponde al 9.7% de la superficie estatal. El suelo del territorio municipal se caracteriza por ser de tipo aluvial es producto del depósito de materiales sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportadas por corrientes superficiales de aguas, desde las partes más altas de la Sierra Nahuatlaca-Matlazinca y la Sierra Nevada (PDUSMA, 2009-2012).

2.3.2. Edafología

En el territorio municipal de San Mateo Atenco se distinguen dos tipos de suelo: Feozemháplico.- Cubre aproximadamente el 87% del municipio (incluyendo zona en litigio), salvo la porción sureste que corresponde a la zona sujeta a inundación. Este suelo posee clase textural media y fase física dúrica profunda (duripan entre 50 y 100 cm. de profundidad), se caracteriza por tener una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y en nutrientes.

Por sus atributos fisicoquímicos este tipo de suelo es apto para las actividades agrícolas, principalmente para el cultivo del maíz; sin embargo se ha utilizado con fines urbanos, disminuyendo de manera considerable la superficie destinada a la



agricultura. Histosoléutrico (sin fase y clase textural media), se distribuye en el 13% de la superficie municipal (incluyendo zona en litigio), en la porción sureste en donde se localizan las zonas sujetas a inundación. La formación de estos suelos es básicamente de origen lacustre, y presentan uno o varios horizontes extremadamente ricos en materia orgánica. Son característicos de las zonas donde se acumula el agua y gran cantidad de desechos de plantas (hojarasca, fibra, madera y humus) que tardan mucho en descomponerse (zonas pantanosas o lechos de antiguos lagos), en este tipo de suelos se pueden obtener excelentes rendimientos con cultivo de hortalizas. (PDUSMA, 2009-2012)

2.3.3. Aprovechamiento actual del suelo

El municipio de San Mateo Atenco, cuenta con una superficie de 1,876.00* hectáreas, los cuales se distribuyen de la siguiente forma (ver tabla 5).

Tabla 5. Distribución del uso de suelo

Uso	Superficie (has)	%
Área urbana	1,389.66	74.07
Agrícola	486.34	25.93
Total	1,876.00	100.00

Fuente: Cálculos propios con base en fotografías aéreas de IGECM, vuelo 2000.

La zona en litigio corresponde a 650 has y no se incluye en este análisis. Con base en la tabla anterior, se puede identificar que de San Mateo Atenco se está convirtiendo paulatinamente en un municipio con características cada vez más urbanas, esto debido a su integración a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y a su cercanía con Metepec y la zona industrial de los municipios de Toluca y Lerma, esto hace necesario realizar una planificación acorde a las nuevas necesidades en materia de vivienda y servicios que el municipio requerirá para su consolidación. De la misma forma se detecta la existencia de una zona con uso de suelo industrial que fue determinada por el Plan de Centro de Población Estratégico de 1993, la cual no debe de ser replanteada ya que no se pudo consolidar, y al paso de los años ha sido invadida por asentamientos humanos. (PDUSMA, 2009-2012)



2.4. CLIMA

En el Municipio de San Mateo Atenco predomina el clima C (w2) w b (i) g, correspondiendo a un clima templado, subhúmedo, con lluvias en verano, cuenta con una temperatura promedio 12.5 °C, una máxima de 34 °C y una mínima de - 5 °C.

En cuanto a la precipitación promedio, ésta se establece en 734.10 mm, siendo el período comprendido entre junio y agosto el que presenta mayor precipitación, alcanzando un máximo de 146.6 mm en el mes de julio; en contraparte los meses de noviembre y diciembre son los que presentan menor precipitación con 8.9 y 8.8 mm respectivamente (PDUSMA, 2009-2012).

2.5. HIDROLOGÍA

El municipio forma parte de la Región Hidrológica 12, Lerma - Santiago, a la cuenca Río Lerma - Toluca y a su vez a la subcuenca Almoloya -Otzolotepec. Dentro del territorio los escurrimientos se presentan en dirección oeste – este principalmente por medio de un conjunto de canales, anteriormente de riego, que en la actualidad son utilizados como drenajes de aguas negras, los cuales desembocan directamente en el Río Lerma al este del municipio. En el municipio no existen presas ni bordos.

El abastecimiento de agua para la población se realiza a partir del bombeo de 18 pozos profundos. Dentro del municipio existen mantos freáticos derivados de las lagunas (Chignahuapan, Chiconahuapan y Chimaliapan) que alimentaban al Río Lerma décadas atrás, la profundidad de ellos varía de acuerdo a la zona.

Desde la superficie del suelo hasta donde se encuentran los mantos freáticos existe una profundidad aproximada de 45 metros; sin embargo, el agua que se extrae de la mayoría de los pozos, se obtiene de una profundidad que va de los 75 a los 300 metros, cuya calidad no reúne las características mínimas para ser potable, ya que de acuerdo con las disposiciones sanitarias las aguas para consumo humano deben extraerse a partir de los 150 metros (PDUSMA, 2009-2012).



2.6. POBLACIÓN

El municipio de SMA ha presentado un crecimiento acelerado en su población ya que para 1950 el municipio contaba con una población de 9,224 habitantes (0.66% de la población total del Estado de México), de los cuales 49.93% correspondían a hombres y 50.07% a mujeres.

Para 1960 la población alcanzó los 11,987 habitantes registrándose una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de 2.65, más baja que la del estado, que fue de 3.14. De esta población el 50.22% correspondió a hombres y 49.78% a mujeres, generando un índice de masculinidad de 1.02.

Para 1970 la población estatal ascendió a 3,833,185 habitantes, de los cuales el 0.47% corresponden a la población del municipio (18,140 hab.), se registró una TCMA de 4.23, más baja que la estatal de 7.28; de los cuales 51.47% eran del sexo masculino y 48.53% del sexo femenino, con un índice de masculinidad de 1.06.

En 1980 el municipio registró una población de 33, 719 habitantes (0.45% del estado), 49.99% correspondiente a hombres y 50.01% a mujeres, por lo que la TCMA para el periodo 1970-1980 fue de 6.40 y el índice de masculinidad de 0.99, mientras que los datos estatales fueron de 7.03 y 0.98 respectivamente. (Op.Cit.)

En los años de 1980 a 1990 se registró una TCMA de 2.20 ya que la población llegó a 41,926 habitantes distribuidos en 49.08% hombres y 50.92% mujeres, con un índice de masculinidad de 0.96. Para 1995 según el Censo de Población y Vivienda (INEGI), la población municipal llegó a los 54,089 habitantes con un porcentaje de hombres de 49.46 y de mujeres de 50.54, de tal forma que la TCMA fue de 5.23 por primera vez mayor que la del estado que fue de 3.59. (Op.Cit.)

De acuerdo a los resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005 realizado por INEGI, existe una población municipal de 66,740 habitantes (1.98% del



estado), de los cuales el 48.92% son hombres y el 51.08% mujeres, registrándose una ésta la más baja en los últimos 50 años, incluso por debajo de la estatal que es de 2.27. (Op.Cit.)

En efecto se puede deducir que 3% de la población se encuentra en el rango de 65 y más años, este grupo aunque menor no es menos importante en cuanto a la demanda de servicios, ya que las personas de edad mayor requieren de servicios de salud y asistencia social especializados, así como de espacios para desarrollar actividades culturales, artísticas y recreativas adecuadas a su edad. (Op.Cit.)

En la estructura poblacional del municipio para el año 2005 se observa un crecimiento de la población de un total de 7,093 habitantes en los diferentes rangos de edad con respecto al año de 2000, que comprende principalmente los rangos que van de 0 a 24 años, en los que la relación porcentual es similar. (Op.Cit.)

En cuanto a la relación por grandes grupos de edad, el municipio cuenta con un alto porcentaje de población joven de tal forma que el 32.41% se concentran en un rango de población que va de 0-14 años, situación que genera la necesidad de servicios educativos de nivel primaria y media básica, así como servicios de salud, equipamiento tipo cultural y recreativo e instalaciones para la práctica del deporte; por otro lado, en el caso de la población entre 15-65 años cuenta con un porcentaje mayor 61.73 %de la población total, similar a la del Estado y de los cuales una gran parte son menores de 30 años, en efecto este grupo de población demanda la creación de fuentes de empleo, debido a su inminente incorporación al medio laboral. (Op.Cit.)

2.7. ASPECTOS ECONÓMICOS

La base productiva del municipio constituye el soporte fundamental del desarrollo, por lo que es una determinante clave en la calidad de vida de la población y un



factor determinante en la formación de hábitos de consumo y generación de residuos sólidos urbanos.

2.7.1. Sector primario

En el municipio de San Mateo Atenco se ha venido presentando una tendencia decreciente en cuanto a la población que se ocupa en actividades agropecuarias siendo solo 347 habitantes (0.58 % de la población total), debido principalmente a la poca rentabilidad y a la paulatina incorporación de tierra con potencial agrícola al desarrollo habitacional, de comercio y servicios.)

Por otra parte, la cría de ganado en el municipio decrece considerablemente por factores como la desecación de la ciénaga de Chimaliapan y la contaminación del río que proporcionaban forraje todo el año, aunado al crecimiento urbano que permite cada vez menos el establecimiento de establos y zahúrdas, ocasionando que una gran cantidad de leche, carne y huevo que se consumen dentro del territorio sea traída de otras partes del estado y la república (Op.Cit.)

2.7.2. Sector secundario

En contraparte la población municipal dedicada a las labores relacionadas con la industria manufacturera, principalmente en el subsector 32 referente a textiles, prendas de vestir e industria del cuero, se ha incrementado constantemente (10,633 hab.), hasta convertirse en la actividad más importante para la economía, estableciéndose como el detonador principal de la economía y una importante fuente de empleo, absorbiendo el 17.82% de la población, además de proporcionar buen número de empleos a la población de los municipios vecinos. (Op.Cit.)

El municipio pertenece a la Región Económica No. 9, integrada por Jiquipilco, Temoaya, Oztolotepec, Xonacatlán, Lerma y el propio San Mateo Atenco, en la cual participa con el 22.99% de la producción total regional, destacándose en la fabricación de calzado y artículos de piel lo cual representa el 21.21% del sector (en el ámbito municipal) y el 19.65 de su ingreso total. (Op.Cit.)



2.7.3. Sector terciario

Actualmente el sector terciario es la segunda actividad económica más importante del municipio ya que en ella se ocupan 8,914 personas, que representan el 14.94% de la población total. El comercio se establece como el subsector de mayor aportación económica ya que es el 15.35% del ingreso total de la región. En el ámbito municipal el comercio se destaca como la actividad con mayores ingresos con un porcentaje de 74.51, correspondiendo los restantes 25.49% a servicios privados no financieros y a comunicaciones y transportes. (Op.Cit.)

2.8. ASPECTOS SOCIALES

2.8.1. Población Económicamente Activa

El crecimiento demográfico y las corrientes migratorias tienen una estrecha relación con el crecimiento de la PEA. Con base en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 (INEGI), la PEA municipal ascendió a 20,769 habitantes, de los cuales 20,533 señalaron estar ocupados y 236 desocupados, en tanto que la Población Económicamente Inactiva (PEI) se conformó por 19,820 habitantes. De forma porcentual, sobre la base del grupo poblacional de 12 años y más, sobresale por encima de la estatal, siendo 50.93 % y 49.89% respectivamente; que se desglosan de la siguiente manera: sector ocupado 98.86% y sector desocupado 1.14%, en el ámbito municipal; sector ocupado 98.37 y sector desocupado 1.63% a nivel estatal. (Op.Cit.)

La PEA ocupada del municipio se distribuye principalmente en los sectores secundario y terciario, siendo 10,633 personas (51.78%) las ocupadas en el secundario y 8,914 (43.41%) en el terciario, cifras que contrastan con las estatales de 31.18 % para las actividades secundarias y 59.54% a las terciarias. Al igual que en el estado, a nivel municipal el sector primario es el que presenta el menor porcentaje, ocupándose en el municipalmente solo el 1.69% (347 personas) y estatalmente el 5.21% (232,448 personas). (Op.Cit.)



La PEI municipal se conformó en su mayor parte por personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 10,426 personas que representan el 52.60%; seguidos por 5,895 estudiantes (29.74%), 3,117 personas con otro tipo de inactividad (15.73%), 258 jubilados y pensionados (1.30%) y 124 incapacitados permanentemente para trabajar (0.63%) para un total de 19,820 personas (ver tabla 6). (Op.Cit.)

Tabla 6. Población Económicamente Activa y Población Económica Inactiva de San Mateo Atenco y el Estado de México

	PEI	Estudiantes	Personas dedicadas a los quehaceres del hogar	Jubilados y pensionados	Incapacitados permanentemente para trabajar	Otro tipo de inactividad
Estado de México	4,523,135	1,333,284	2,124,497	134,554	33,238	897,562
San Mateo Atenco	19,820	5,895	10,426	258	124	3,117

Fuente: Plan de desarrollo de San Mateo Atenco 2009-2012

Con referencia a los Censos Económicos 1998 (INEGI) y el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, se puede identificar un desplazamiento por motivos de trabajo, de la población del municipio, ya que la oferta de empleo dentro del territorio municipal solo cubre un porcentaje aproximado de 64.90% de la demanda actual dentro del sector secundario. (Op.Cit.)

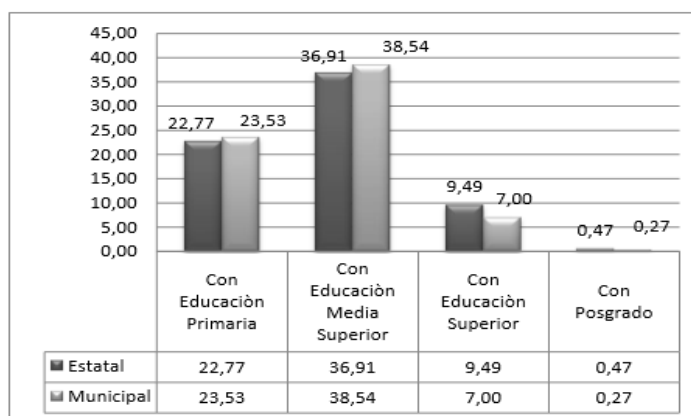
Con respecto a las actividades terciarias se cubre solo el 62.20% de la demanda. El índice de desempleo dentro del municipio es muy bajo, ya que solo el 1.15% de la Población Económicamente Activa se encuentra en esta condición. Para el año 2000, el nivel de ingresos predominante en el municipio es de 1 a 2 veces el salario mínimo (vsm), ocupando el 39.13% (8,034 hab.) de la PEA; seguido del grupo de 2 a 5 vsm con el 33.85% (6,951 hab.). (Op.Cit.).



2.8.2. Escolaridad

La escolaridad tiene una relación directa con la actividad económica por el bajo nivel de escolaridad predominante en el municipio que es el 23.53 % con primaria terminada y 36.91% con instrucción media básica terminada y tan solo el 9.49% y 0.47% en los niveles de educación superior y postgrado respectivamente, siendo estos últimos los que tienen mayor posibilidad de aspirar a una paga superior a 5 vsm. Este último grupo se conformó para el año 2000 de la siguiente forma: de 5 a 10 vsm 5.60% (1,149 hab.), de la PEA y más de 10 vsm 3.17% (650 hab.) (ver figura 2). (Op.Cit.)

Figura 2. Escolaridad de la población de San Mateo Atenco



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco

Para el año 2002 en el municipio existía un índice de marginación de - 0.6792, considerado por la dirección General de Administración Urbana como bajo. Para el año 2007 el incremento de la dotación de servicios básicos, el nivel educativo y una mejor calidad de vida de la población, se reflejan en el índice de marginación que establece el Consejo Nacional de Población. Así, para el año 2007 se registra un grado de marginación muy bajo, con un índice de - 1,32325 ocupando el lugar número 95 en el contexto Estatal. (Op.Cit.)

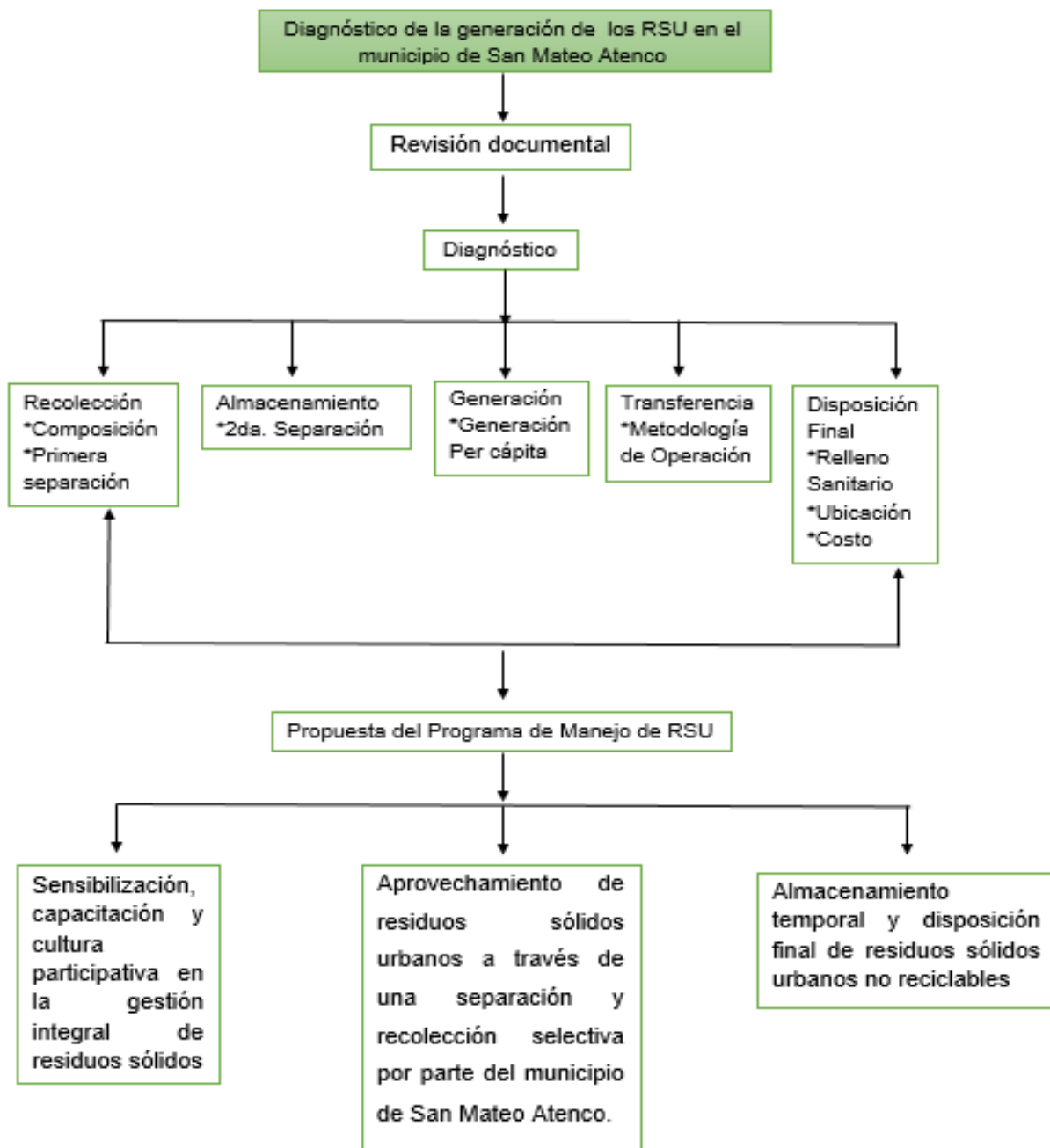


2.9. Diseño Metodológico

Para lograr los objetivos propuestos se realizaron las siguientes actividades y metodología como se muestra en la figura 6.

1. Se recabo información bibliográfica necesaria sobre el manejo de los RSU y el lugar de estudio.
2. Se entrevistaron a las autoridades municipales responsables del manejo de los residuos sólidos para tener conocimiento acerca de las condiciones actuales del manejo de estos y de los problemas relacionados con estos (Ver anexo 1)

Figura 3. Esquema Metodológico



Fuente: elaboración propia con base a trabajo de campo



2.10. Diagnóstico de manejo y gestión de los RSU en el municipio de San Mateo Atenco.

Con la finalidad de tener conocimiento acerca de las condiciones actuales del manejo de los residuos y de los problemas relacionados con estos en el municipio de San Mateo Atenco se lleva a cabo un diagnóstico de los mismos mediante de las siguientes actividades.

2.10.1. Generación de residuos sólidos urbanos

El estudio de generación y caracterización de los RSU realizado en San Mateo Atenco de enero a junio de 2015 se hizo con base en la norma mexicana NMX-AA-61-1985 "Protección al ambiente contaminación de suelo residuos sólidos municipales determinación de la generación", (Ver anexo 2) la cual requiere la selección de un riesgo (α), a partir de este riesgo se adapta un tamaño de muestra como lo señala la tabla 7.

Tabla 7. Selección del tamaño de la premuestra de acuerdo al riesgo

Riesgo (α)	Tamaño de la premuestra (n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50

Fuente: NMX-AA-061-1985

El muestreo se ejecutó aleatoriamente por conglomerados, este muestreo es utilizado cuando la población está dividida de forma natural, estos últimos deben de tener toda la variabilidad de la población; este muestreo tiene la ventaja de simplificar la recogida de muestras, que como resultado implica menos costos, para ello se utilizó la tabla de números aleatorios mostrados en la NMX-AA-61-1985; y en un plano del municipio se enumeraron todos los barrios. Ya enumerados se recolectaron los RSU dentro de las rutas establecidas para cada



barrio, posteriormente se entrevistaron a los señores recolectores, la encuesta consistió en preguntas relacionadas con el manejo de los residuos sólidos urbanos dentro del municipio, además se buscó contar con su participación en el muestreo, se les explico que este estudio era importante para la determinación de la generación y recolección de los mismos.

El muestreo de las 11 rutas de recolección se realizó durante un período de siete días. Para ello se recolectaron los RSU de las fuentes generadoras identificadas y fueron llevados al centro de acopio, los cuales fueron pesados registrando la generación de cada día. Considerando los RSU reciclables obtenidos en la primera separación.

Análisis estadístico

Mediante lo establecido en la NMX-AA-61-1985, se realizó el análisis de los resultados de la generación de residuos. Primeramente el peso obtenido del muestreo se dividió entre el número de habitantes, de esta forma de obtiene la generación per cápita por día, posteriormente se obtiene un promedio de los RSU obtenidos en el municipio.

Ordenar la información obtenida del punto anterior, como a continuación se ilustra:

$$X_1 \ X_2 \ X_3 \ \dots \ X_{i-1} \ X_i \ \dots \ X_{n-1} \ X_n$$

Donde:

X = Promedio por carro recolector, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per-cápita, obtenidos durante el período de estudio.



2.10.2. Método de cuarteo de RSU

El método del cuarteo es un procedimiento para conocer la composición de los RSU generados en el municipio de San Mateo Atenco de acuerdo a la norma NMX-AA-15-1985 “Protección al ambiente contaminación del suelo residuos sólidos municipales Muestreo Método de cuarteo”. Consiste en tomar las bolsas de polietileno utilizadas en el estudio de generación y vaciar su contenido en un área plana de piso, formando una pila, posteriormente estos residuos se homogeneizan, luego esta pila se divide en cuatro secciones por partes iguales, tomando las partes opuestas para la determinación de los subproductos. (Anexo 3 y 4).

2.10.3. Selección y cuantificación de subproductos

Con base en la norma mexicana NMX-AA-022-1985 “Protección al ambiente contaminación de suelo residuos sólidos municipales selección y cuantificación de subproductos” se lleva a cabo la caracterización de los residuos sólidos en la muestra obtenida mediante el método del cuarteo, y se seleccionan los diferentes tipos de subproductos que conforman los residuos sólidos urbanos del municipio de San Mateo Atenco, estos se registran en el formato establecido y cada uno de los subproductos se pesan (Anexo 5).

Análisis estadístico

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se determinó utilizando la ecuación 4 de la NMX-AA-022-1985.

Ecuación 4

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

Donde:



PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G1 = Peso del subproducto considerado, en Kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 Kg).

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

2.10.4. Evaluación de la ruta de recolección de los RSU

Para realizar la evaluación de la ruta de recolección se prosiguió al seguimiento de 7 rutas de recolección de RSU en el municipio de San Mateo Atenco; identificando las calles por las que pasa el vehículo, el número de personal que realiza este trabajo, los tiempos entre cada parada y las condiciones para laborar del vehículo recolector.

2.10.5. Evaluación de la Disposición final

Para realizar la evaluación del sitio de disposición final (SDF) se verificaron las especificaciones de cumplimiento para un SDF de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003. "Especificaciones de protección ambiental 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". Durante esta evaluación se consideraron las condiciones en las que opera un SDF, las especificaciones para establecer un SDF, además de los estudios y análisis previos para la construcción de un SDF como geológico, hidrológico, topográfico y algunas obras complementarias como caminos de acceso y caminos interiores, cerca perimetral entre otros. (Ver anexo 6).

Con base a la información proporcionada por las autoridades encargadas del manejo y gestión de los RSU en el municipio, se elige al azar el día y el

transporte transfer para conocer la ruta de disposición final, en este sitio se registra el peso de los RSU por transfer por día.

2.11. Propuesta de manejo integral de los RSU para el municipio de San Mateo Atenco.

Para la elaboración de la propuesta de manejo integral de los RSU para el municipio de San Mateo Atenco se parte de los resultados obtenidos en el diagnóstico de generación y composición de estos. Tomando como base dos aspectos importantes para el manejo integral de los RSU:

- 1) Programa de educación ambiental para las fuentes generadoras y las instituciones encargadas de la gestión de los residuos.
- 2) El programa de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, considera tres aspectos importantes, sociales, legales y económicos (ver figura 4).

Figura 4 Esquema de la propuesta de manejo integral de RSU



Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO III

RESULTADOS



En este capítulo se presenta el análisis de los resultados del diagnóstico de la generación y composición de los RSU, se consideraron como residuos sólidos urbanos tanto a los domiciliarios como a los no domiciliarios para lo cual en primer lugar se identificaron las fuentes generadoras de los mismos en el municipio de San Mateo Atenco.

3.1. Fuentes generadoras de RSU

Las fuentes generadoras de RSU identificadas en el municipio de San Mateo Atenco en año 2015 fueron casas habitación, comercios, instituciones educativas, etc. Como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Fuentes Generadoras de los RSU

Clasificación	Fuente
R.S.U. reciclables y no reciclables	Casas-habitación Comercios: Mercados, tiendas, plazas, cines, farmacias. Instituciones educativas: Jardín de niños, primarias, secundarias, preparatoria, centro de bachillerato Tecnológico, Edayo. Oficinas: H. ayuntamiento, Comisariado Ejidal, Unión de Zapateros. Salud: Centro de salud, DIF Áreas públicas: deportiva, calles, camellones

Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo.

3.2. Generación de residuos sólidos urbanos

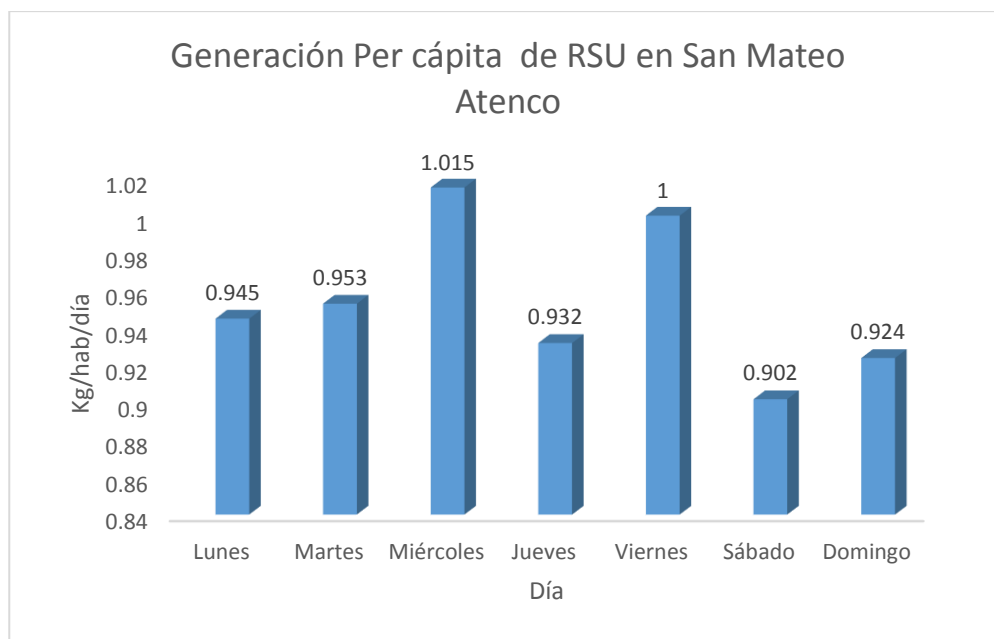
Para el cálculo de la generación *Per cápita* de los RSU, se siguió el procedimiento establecido en la NMX-AA-61-1985. El estudio de campo se realizó en las 11 rutas con las que cuenta el municipio considerando el total de RSU reciclables obtenidos en la primera separación llevada a cabo durante la recolección y el total de residuos depositados en el centro de acopio del municipio por día.



El cálculo de la generación o producción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por la población, tanto de las actividades productivas como domésticas que se desarrollan dentro del municipio de San Mateo Atenco se llevó a cabo considerando las tres fases del proceso de recolección: 1) primera separación de subproductos; 2) segunda separación de subproductos y 3) disposición final en un recorrido de 11 rutas por siete días, obteniendo el total de 72,002.3 kg/día.

Considerando que el municipio de San mateo Atenco para el año 2015 contaba con una población de 75,511 habitantes se estimó una generación per cápita (GPC) de 0.953 kg/hab/día, cifra que está por debajo de la GPC para la región centro que es de 1.40 kg/hab/día para el 2010, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. RSU generados en el municipio de San Mateo Atenco en un periodo de siete días

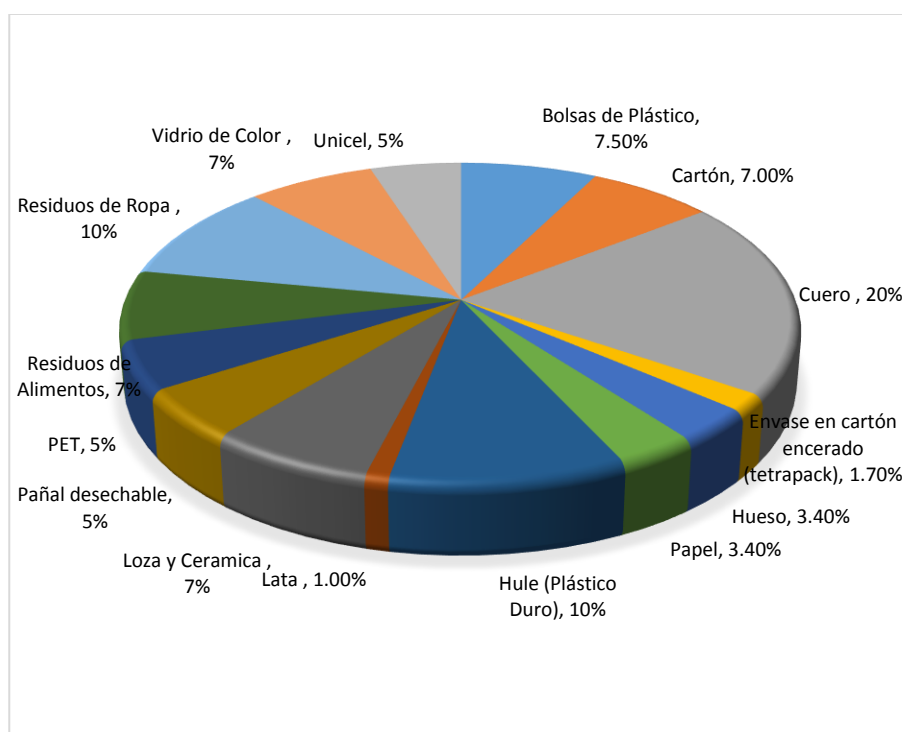


Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo

3.3. Composición de los RSU del municipio de San Mateo Atenco

Una vez cuantificados los residuos sólidos urbanos producidos en San Mateo Atenco, se procedió a caracterizar la composición de los mismos de acuerdo al método del cuarteo de la norma NMX-AA-022-1985. La composición obtenida de los residuos identificados mediante esta técnica se puede observar en la figura 6

Figura 6. Composición de los RSU en San Mateo Atenco



Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo

El residuo sólido urbano que se produce en mayor cantidad es: el cuero, seguido de los residuos de ropa y jardinería, papel, hule y bolsas de plástico y en menor cantidad pero igual de importantes el hueso, lata, tetra pack, y en términos medios se encuentran las bolsas de plástico, residuos alimenticios, el cartón loza y cerámica, pañal desechable y pet, como se observa en la tabla 9.



Tabla 9. Composición de los RSU en San Mateo Atenco

Composición de R.S.U.	Peso (kg)
Bolsas de Plástico	1.120
Cartón	1.000
Cuero	3.000
Envase en cartón encerado (tetrapack)	0.250
Hueso	0.500
Papel	0.500
Hule (Plástico Duro)	1.500
Lata	0.200
Loza y Cerámica	1.000
Pañal desechable	0.800
PET	0.816
Residuos de Alimentos	1.000
Residuos de Ropa	1.500
Vidrio de Color	1.000
Unicel	0.716
Total	14.91

Fuente: Elaboración propia con base a la norma NMX-AA-022-1985.

Destaca el residuo cuero por su producción en mayor cantidad, derivado de la actividad que se lleva a cabo en el municipio de san mateo Atenco que es la producción de calzado.

La composición de los residuos de San Mateo Atenco en gran medida es producto de las actividades económicas y hábitos de consumo de la población interna y de la población comercial.



3.4. Recolección de residuos sólidos urbanos

Con base a la información del Bando Municipal y del Plan de Desarrollo Urbano 2012-2015, el Municipio de San Mateo Atenco, cuenta con un territorio que se conforma por; 10 barrios, 7 colonias, 2 fraccionamientos y 1 unidad habitacional, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. División política de San Mateo Atenco

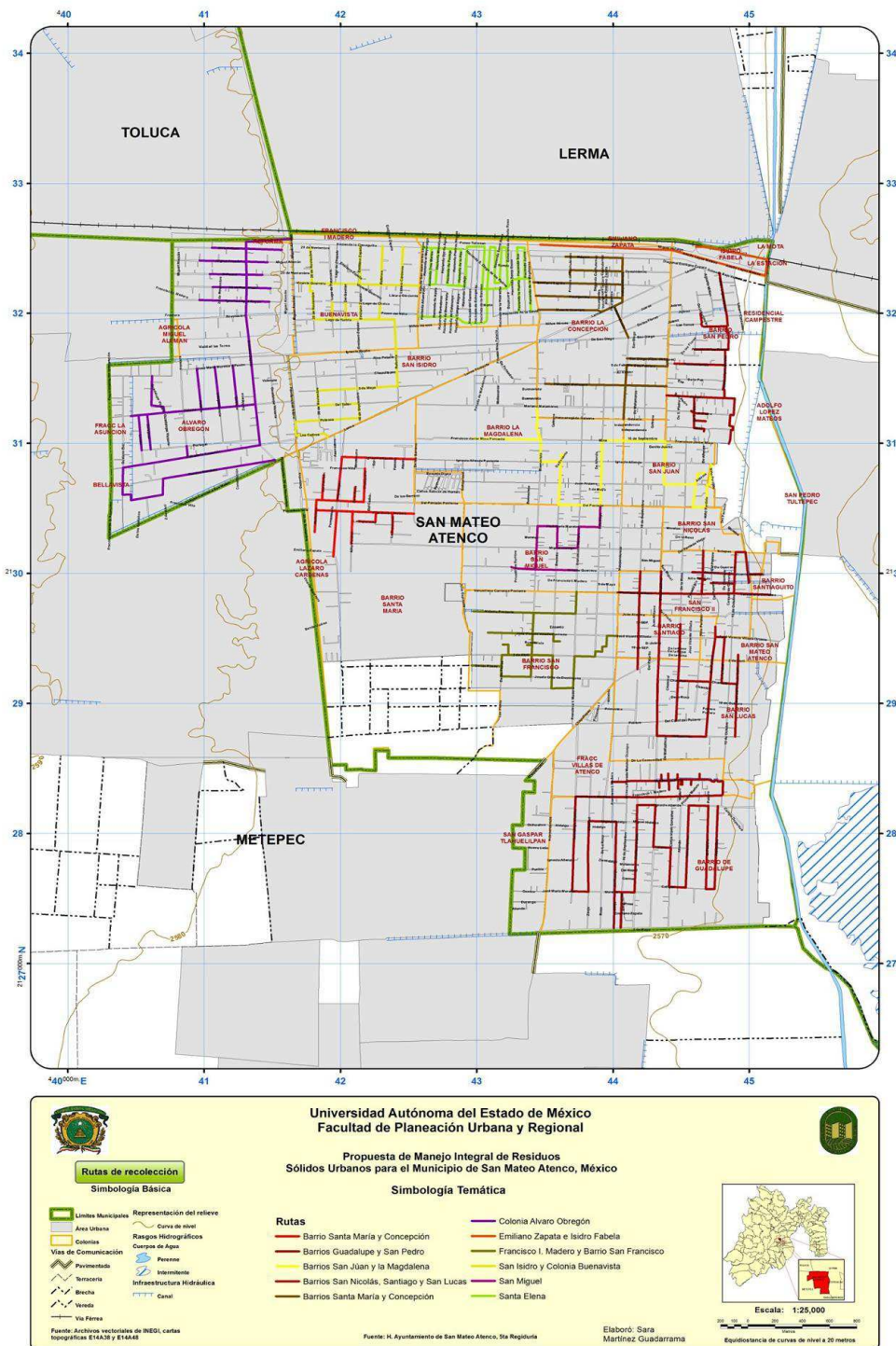
Barrios	Colonias	Fraccionamientos	Unidad
La Concepción	Álvaro Obregón	Santa Elena	Carlos Hank González
San Francisco	Buenavista	Villas de Atenco	
Guadalupe	Emiliano Zapata		
San Juan	Francisco I. Madero		
San Isidro	Isidro Fabela		
San Lucas	Reforma		
La Magdalena	Alfredo del Mazo		
Santa María			
San Miguel			
San Nicolás			

Fuente: Elaboración propia con base al Bando Municipal y del Plan de Desarrollo Urbano 2012-2015.

3.4.1. Rutas de recolección

En el proceso de recolección de los residuos sólidos urbanos se cuenta con 11 rutas, las cuales recorren los barrios, colonias, fraccionamientos y unidades habitacionales que integran el municipio, (ver figura 7) cada ruta recolecta residuos domiciliarios, comerciales, de instituciones educativas y de actividad industrial (producción de calzado).

Figura 7. Rutas de recolección de RSU de San Mateo Atenco



Fuente: Elaboración propia con base a información del departamento de limpia de la quinta regiduría del municipio de San Mateo Atenco.



3.4.2. Recorridos de recolección

Respecto al número de recorridos para la recolección de los RSU se observó que por ruta a la semana varía de uno a cinco días, según el tamaño de las localidades, colonias, barrios y unidades habitacionales que conforman a cada ruta como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Recorridos por localidades de la recolección de RSU de San Mateo Atenco

Ruta	Localidad	Recorridos por semana en cada localidad
1	Bo. De San Miguel	2
2	Bo. De La Magdalena Bo. De San Juan	1
3	Bo. San Francisco Fco. I. Madero	2
4	Colonia Álvaro Obregón	5
5	Fraccionamiento Santa Elena	5
6	Bo. De Guadalupe Bo. San Pedro	5
7	Bo. San Isidro Colonia Buenavista	5
8	Bo. De La Concepción Bo. Sta. María	5
9	Bo. De La Concepción Bo. Sta. María	3
10	Colonia Isidro Fabela Colonia Emiliano Zapata	5
11	Bo. San Luquitas Bo. San Nicolás Bo. Santiago	3

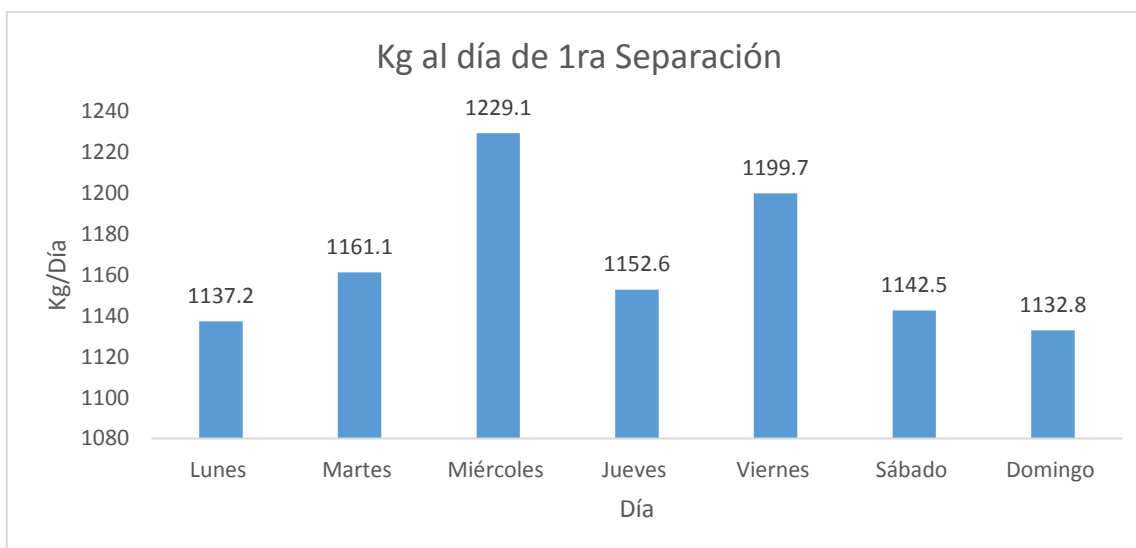
Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo.

3.4.3. Tiempos de recolección de RSU

Con base en el trabajo de campo, el tiempo aproximado de cada parada es de 20 a 25 minutos cada 50 metros, aproximadamente para cada ruta el número de paradas es de 16 a 18.

Durante el proceso de recolección se lleva a cabo la primera separación de residuos sólidos reciclables por el personal de limpia con un aproximado de 8,155 kg como se modela en la figura 8.

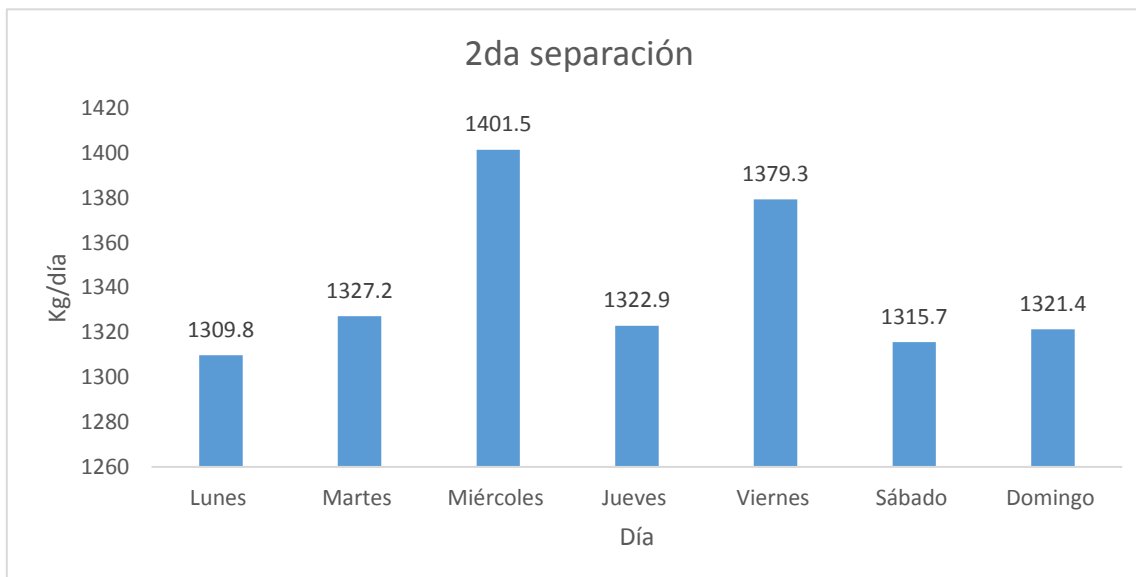
Figura 8. Residuos sólidos urbanos de la primera separación



Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo.

Posteriormente los RSU recolectados son almacenados de manera temporal en el centro de acopio donde se lleva a cabo una segunda separación por pepenadores donde se obtienen aproximadamente 9,377.8 kg como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Residuos sólidos urbanos de la segunda separación



Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo.

La generación de residuos sólidos urbanos de San Mateo Atenco está estrechamente relacionado con el número de población, los hábitos consumo, las actividades que realizan y la forma de vida de la población; así mismo se toma en cuenta que este municipio en gran parte de su territorio es urbanizado y que atiende en una extensión amplia a compradores y turistas de calzado de comunidades y estados vecinos.

Posterior a la segunda separación, se lleva a cabo el proceso de compactación y vertimiento al camión transfer, para ser trasladarlos al sitio de disposición final, esta operación se elabora diariamente.

3.4.4. Equipo y personal

El departamento de limpia de San Mateo Atenco para el proceso de gestión de los RSU cuenta con equipo el cual está integrado por: 11 unidades de transporte recolector de tipo camión de volteo, compactador, roll off (caja grande) y transfer (tipo tráiler) y con una capacidad que varía de 20 a 30 toneladas (tabla 11).

Para operar el proceso de gestión de los RSU el departamento de limpia cuenta con una plantilla de personal de 45 personas distribuidas entre operadores,



ayudantes, barrenderos y administrativos, resaltando las condiciones en las que realiza su trabajo.

Respecto al gasto de combustible para el proceso de gestión de RSU por semana y unidad de transporte varía según las actividades que desarrollen y el tipo de transporte, el cual oscila de 1000 a 2800 pesos por unidad de transporte, obteniendo un total de 10,900 pesos, como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Equipo, personal y combustible

Equipo	Personal (choferes, ayudantes y barrenderos)
4 Volteos	12
4 Compactadores	12
2 Roll off	5
2 de caja	4
1 Transfer	1
5 Carritos de barrenderos	10
1 oficina	1 secretaria

Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo

3.4.5. Disposición final

La disposición final de los RSU no seleccionados de San Mateo Atenco se lleva a cabo en el relleno sanitario de Xonacatlan bajo la administración del grupo contadero S.A. de C.V. (ver anexo 8).

La disposición de los residuos sólidos urbanos en promedio es de 72 002.3 kg por día, con un costo de confinamiento de \$144.00 por tonelada los cuales son trasladados en dos o tres viajes, lo que implica un costo diario de \$10 368.33 y un total de \$72 578.31 por semana, como se muestra en la tabla 12.



3.4.6. Costo de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos del municipio de San Mateo Atenco.

El proceso de recolección, almacenamiento temporal y disposición final de los RSU representa gastos como: mantenimiento de los carros de recolección y de transporte de los RSU, gastos en combustible para los transportes, gastos en herramientas, equipo de trabajo y personal, cuyos costos por día semana, mes y año se muestran en la tabla 13.

Tabla 13 Costos de la gestión de RSU de San Mateo Atenco

Actividad		Costo miles de pesos/día	Costo miles de pesos/ semana	Costo miles de pesos/ mes	Costo miles de pesos/ año
Recolección de RSU	Combustible	1557.14	10 900.00	43600.00	523 200.00
	Mantenimiento de transporte y equipos	1109.58	7 767.12	31068.48	372 821.76
	Salario de personal	7 310.14	51 170.98	204 683.92	2 456 207.04
Disposición final/día de RSU no seleccionados		10 368.33	72 578.31	290 313.24	3 483758.88
Total		20 345.19	142 416.41	569 665.64	6 835 987.68

Fuente: Elaboración propia con base a la información del municipio

Por otro lado, el presupuesto asignado al departamento de limpia para el manejo y gestión de los RSU del municipio de San Mateo Atenco para el año 2015 fue de \$ 6 369 893.35¹ y el costo aplicado tuvo un total de \$6 835 987.68 como se observa en la tabla 12.

Lo anterior muestra que el Departamento de limpia para el manejo y gestión de los RSU del municipio de San Mateo Atenco mostro un déficit de 7.31% de lo presupuestado.

¹ Presupuesto federal y estatal para la gestión de residuos sólidos municipales, quinta regiduría



CAPÍTULO IV
PROPUESTA DE MANEJO
INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS



En este capítulo se presenta la propuesta de manejo integral de los residuos sólidos urbanos para el municipio de San Mateo Atenco, la cual está fundamentada en el marco legal, la educación ambiental y el aprovechamiento de los mismos.

4.1. Introducción

La propuesta de manejo integral de residuos sólidos urbanos tiene como propósito proponer un programa de manejo integral que implique acciones que disminuyan el impacto ambiental producido por los residuos producto de las actividades propias del municipio. Así como, un cambio en los hábitos de consumo y manejo de los residuos en las diferentes fuentes generadoras de los mismos a través de estrategias de educación ambiental y de gestión integral de los residuos.

Para lograr esto se proponen actividades encaminadas a formar una cultura ambiental en el consumo y manejo de los residuos a través de la educación ambiental como elemento rector del programa de manejo integral de los mismos por el municipio.

Se entiende la educación ambiental como un proceso que pretende sensibilizar y generar actitudes, aptitudes y valores de respeto con el entorno físico inmediato en los ciudadanos. Por ello se remarca la importancia de la construcción de actitudes de participación activa y reflexión crítica, para la comprensión de la realidad de los RSU (Blanco P., 2002).

La educación ambiental es un elemento importante para la toma de conciencia de los ciudadanos, y de actitudes que favorezcan un cambio en el comportamiento pro ambiental de la generación y el manejo de los residuos sólidos urbanos.



En este sentido, Kollmuss & Agyeman (2002) y Dieleman y Juárez (2008), señalan la necesidad de involucrar a la población en las problemáticas ambientales y participación en procesos de cambio con un compromiso social de contribuir a la sustentabilidad.

De acuerdo a D. Krech y R.S. Crutchfield: “la actitud puede ser definida como una organización permanente de procesos emocionales, conceptuales y cognitivos con respecto a algún aspecto del mundo del individuo”, la principal función resulta ser la cognoscitiva. Las actitudes están en la base de los procesos cognitivos-emotivos prepuestos al conocimiento y a la orientación en el ambiente. Las actitudes pueden tener funciones instrumentales, expresivas, de adaptación social.

A través de la educación ambiental, también llamada Educación para el desarrollo sostenible, se busca lograr la concientización de la población del municipio de San Mateo Atenco en la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), y al mismo tiempo, realizar aportes para la generación de conductas ambientalmente sostenibles relativas al consumo. Vale decir, la reducción del consumo exacerbado y la reutilización de algunos productos para encaminar al proceso de reciclaje (3 R).

En este programa se apunta a la formación de ciudadanos comprometidos con los problemas actuales, solidarios en el legado para con las generaciones presentes y futuras, que actúen como transmisores y difusores de esta problemática (Bennet, D. B.1991).

4.2. Marco legal y conceptual

La presente propuesta, además de ser una herramienta de trabajo, se fundamenta en lo establecido por la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente



(LGEEPA) y la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (LGPGIR), en sus reglamentos, así como en la ley estatal y municipal en materia de residuos sólidos urbanos.

4.3 Objetivos

Objetivo general

Proponer un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos atendiendo en forma particular el aprovechamiento de los residuos reciclables, la reducción de los residuos de confinamiento final y fomentar una cultura ambiental en la generación y el manejo de estos a .e un programa de educación ambiental para las fuentes que generan y gestionan dichos residuos.

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico de generación per cápita y manejo de los RSU en el municipio de San Mateo Atenco.
2. Promover el aprovechamiento de los RSU, mediante el diseño de rutas de recolección de RSU reciclables y no reciclables, paradas, comercialización y confinamiento final de los mismos.
3. Diseñar una propuesta de manejo integral de RSU, mediante un programa de educación ambiental como un proceso de sensibilización, a través de capacitación e información basado el criterio de las tres Rs (reducir, reusar y reciclar) para las fuentes generadoras.



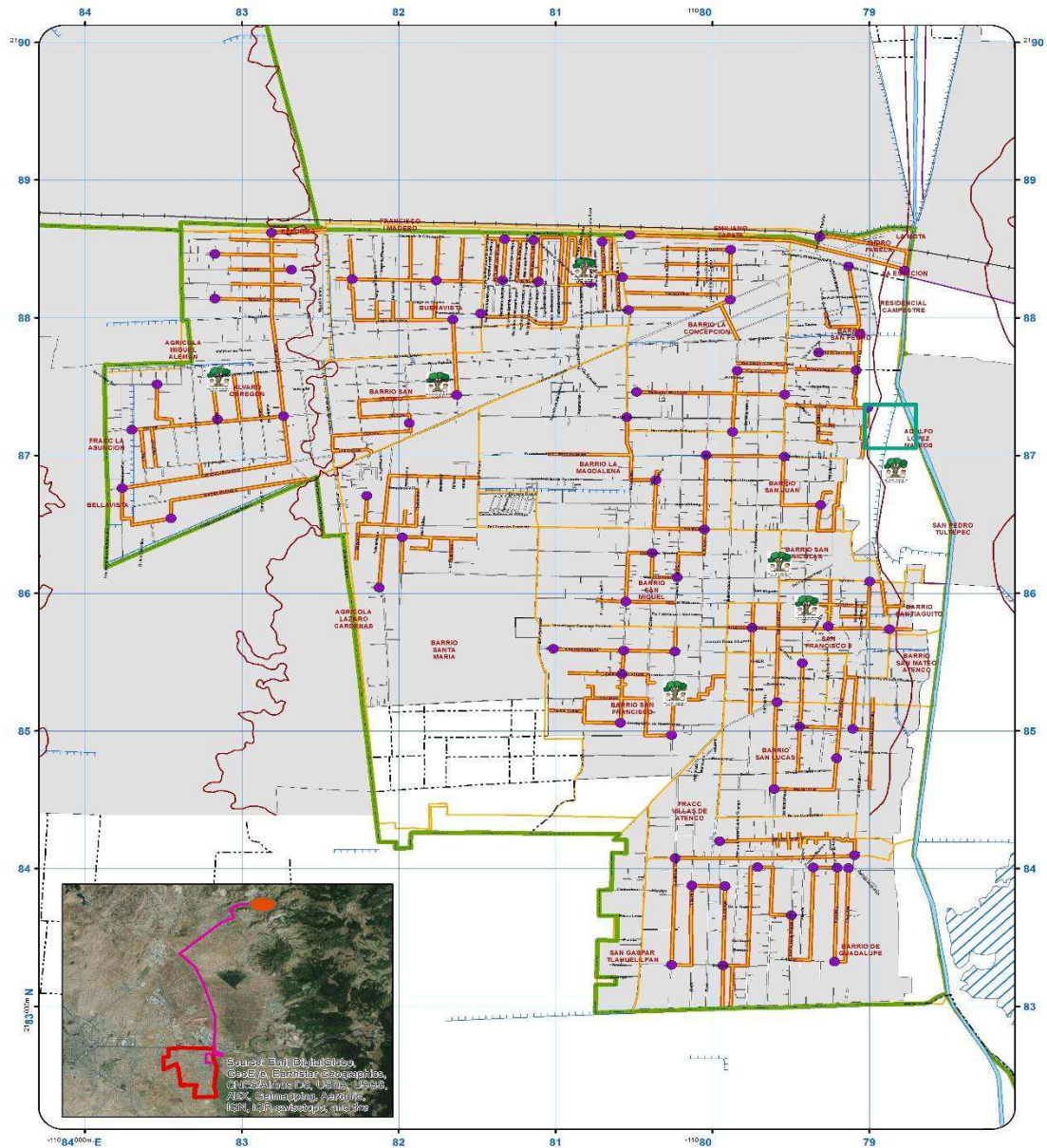
4.4. Programa para el manejo integral de residuos sólidos

En la formulación del programa de gestión integral de residuos sólidos en San Mateo Atenco se incluyen 3 estrategias:

1. Sensibilización, capacitación y cultura participativa en la gestión integral de residuos sólidos urbanos basados en el criterio de las tres Rs (reducir, reusar y reciclar).
2. Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos a través de una separación y recolección selectiva por parte del municipio de San Mateo Atenco.
3. Disposición final de RSU no aprovechables.

En la figura 10 presentada a continuación se muestra un resumen de la propuesta del programa de manejo integral de RSU en el municipio de San Mateo Atenco.

Figura 10. Propuesta de programa de manejo integral de RSU



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional



Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México
Simbología Temática

Propuesta

Simbología Básica

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| Límite Municipal | Representación del relieve |
| Área Urbana | Resque Hidrográficos |
| Colinas | Cuerpos de Agua |
| Vías de Comunicación | Ferrocarril |
| Vía de Comunicación | Ingeniería |
| Branca | Infraestructura Hidráulica |
| Vitrada | Canal |
| Vía Férrea | |
- Fuente: Archivo geográfico de INEGI, cartas topográficas E14438 y E14444

- | |
|--|
| Propuesta de Puntos de Recolección |
| Actividades de Educación Ambiental |
| Ruta de Recolección Lunas: Residuos Reciclables |
| Ruta de Recolección Miércoles y Viernes: Residuos No Reciclables |
| Ruta Transfer-Relleno Sanitario |
| Transfer Residuos Sólidos |
| Relleno Sanitario Xonacatlán |
- Fuente: H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, Ita Regidura



Escala: 1:25,000
Equidistancia de curvas de nivel a 20 metros

Elaboró: Sara Martínez Guadarrama

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de RSU de San Mateo Atenco



4.4.1 Sensibilización, capacitación y cultura participativa en la gestión integral de residuos sólidos.

Objetivo general

Capacitar y sensibilizar a la población generadora del municipio de San Mateo Atenco en el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos (RSU).

Es de suma importancia que todos los actores involucrados en el proceso de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco formen parte de este programa.

Alcance

El proyecto busca que mediante la capacitación y la sensibilización en el tema de los residuos sólidos en el municipio de San Mateo Atenco los actores sociales se involucren en el tema del manejo adecuado de éstos y de esta forma, se empiecen a dar pautas de cambio cultural ambiental respecto al manejo integral de RSU.



Tabla 14. Actividades de la sensibilización capacitación y cultura participativa en la gestión integral de los residuos solidos

Actividades	Estrategia	Descripción de actividades	Indicadores
Realizar talleres con el fin de que todo el personal del municipio de San Mateo Atenco comprenda lo que es el PMIRS y aprenda a dar un tratamiento adecuado a los residuos.	Capacitar al Personal encargado de la limpieza de las calles y a los empleados Del ayuntamiento.	Se realizarán 2 tipo de talleres: 1. Referente a la divulgación del PMIRS diseñado para el municipio. Se explicará lo que es un PMIRS, se expondrá y capacitara a los empleados del ayuntamiento y se aclararán las acciones a realizar por parte de cada jerarquía. 2. Explicación del principio de las 3 R's. Se explicará qué es la reducción, la reutilización y el reciclaje en el marco del buen manejo de los residuos sólidos. -Duración aproximada de cada taller 60 minutos. -Se evaluará al personal sobre lo expresado en los talleres. -Al final se otorgarán diplomas como mecanismo de motivación con la labor que se va a empezar.	1.- Número de personas capacitadas 2.- Número de personas totales que debieron tomar la capacitación (personal del ayuntamiento, delegados y personal de limpia)
Campaña de información de separación en la fuente, dirigida al municipio.	Realización de talleres con el fin de que todo el municipio aprenda a realizar una eficiente separación en la fuente.	Se realizará un taller en el cual se explicara lo que es el reciclaje y como debe realizarse la separación en la fuente, también se explicará cómo los residuos deben entregarse al personal de limpieza del municipio. -Duración aproximada del taller 60 minutos. -Se evaluará a la población sobre la información dada.	1.- Número de personas capacitadas 2.- Número de población total capacitada.
Promover la participación de los empleados encargados de la limpieza en la optimización de los procesos de recolección del municipio.	Realización de un taller participativo, en donde en conjunto; el personal de limpieza y el gestor del proyecto analicen las rutas propuestas de recolección, para que de esta forma se obtenga la mejor solución al planteamiento.	-Taller 1: Se realizará un taller en el cual se utilizaran 2 herramientas para el desarrollo participativo: lluvia de ideas y matriz de análisis de conflicto. -Taller 2: Se realizara un taller en el cual se muestren las rutas y frecuencia de recolección de residuos reciclables y no reciclables.	1.- Número de personas capacitadas 2.- Número total de personas encargadas de realizar la limpieza en el municipio.
Campaña de divulgación y sensibilización	Incitar a los pobladores a participar en el PMIRS del municipio de San Mateo Atenco por medio de objetos visuales, para aumentar la probabilidad de éxito del plan.	-Exposición de posters Sensibilizadores y divulgativos. - Realización de eventos sociales: actos de teatro, baile, pintura, educación, relacionados al manejo de los residuos sólidos y a la problemática que enmarca.	1.- Número de posters expuestos 2.- área del municipio de San Mateo Atenco. 3.- Número de eventos Realizados. 4.- Número de eventos Planeados
Campañas divulgativas de los avances del plan	Innovar y mostrarles a los pobladores el compromiso firme y la seguridad que tiene el municipio con el desarrollo del plan.	-Diseñar posters llamativos visualmente, con información sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos del municipio de San Mateo Atenco y sus avances.	1.- Número de posters pensados 2.- Número de posters Diseñados

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de la generación y manejo de RSU San Mateo Atenco.



Considerando que el PMIRS es un trabajo colectivo se busca la forma de que todos los sectores sociales involucrados en la generación y manejo de los RSU del municipio de San Mateo Atenco participe para hacer un manejo adecuado de los mismos y que tomen conciencia que depende de ellos y solo de ellos, hacerlo o no.

De la misma manera se busca incentivar a los visitantes a participar en el programa por medio de una pedagógica didáctica como estrategia en el contexto de la educación, para la divulgación de información que genere alguna clase de sentimiento que en cierta forma haga cambiar su conducta indiferente con respecto a la problemática del manejo inadecuado de los residuos sólidos, hasta el punto que se forme una autorregulación social hacia las buenas prácticas del manejo de los residuos sólidos. Se pueden utilizar tantas herramientas de sensibilización social como la administración del municipio tenga la disposición a pagar al personal implicado. Los días ideales para realizar estas prácticas son los días sábados y domingos, pues son los días en los cuales hay más afluencia de visitantes por la actividad comercial del municipio.

Un ejemplo de lo anteriormente dicho puede ser que se ubiquen vigilantes a un lado de los botes de basura en espacios públicos, esta acción servirá para manifestarle a la población si hace mal o hace bien la manera de como separar los RSU. Por otra parte en la separación en la fuente (casas, oficinas, comercios, escuelas o establecimientos) será necesario que los recolectores de RSU inspeccionen en cada recolección que la separación este siendo exitosa, de otra forma se negaran a recibir sus residuos de la población.

Los temas seleccionados para la realización de los talleres abarcan en términos muy generales la introducción al tema de los residuos sólidos, pero se considera que en el contexto de la labor que va a desempeñar cada uno de las personas involucradas en el proceso, esta información es pertinente y útil para el entendimiento de su participación en el plan.



4.4.2 Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos a través de una separación y recolección selectiva por parte del municipio de San Mateo Atenco.

Objetivo general

Involucrar al personal del ayuntamiento y a las fuentes generadoras del municipio de San Mateo Atenco a una separación selectiva optimizando una recolección eficiente de los RSU.

Alcance

El proyecto busca que mediante la capacitación y la sensibilización en el tema de los residuos sólidos en el municipio de San Mateo Atenco los actores sociales se involucren en el tema del manejo adecuado de éstos y de esta forma, se empiecen a dar pautas de cambio cultural ambiental respecto al manejo integral de RSU.

Por lo anterior, se pretende que todas las fuentes generadoras y el personal del ayuntamiento de San Mateo Atenco queden capacitadas al 100% en el tema de RSU.



Tabla 15. Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos a través de una separación y recolección selectiva por parte del municipio de San Mateo Atenco

Actividades	Estrategia	Descripción de actividades	de indicadores
Campaña de información de Separación en la fuente dirigida a los pobladores.	Incentivar a las fuentes generadoras del municipio de San Mateo Atenco a clasificar los residuos en reciclables y no reciclables	Se repartirán folletos informativos por todo el municipio, La información contenida es referente a los materiales que son reciclables y a los que no lo son, así como a una básica manipulación de los residuos en la fuente.	1.- Numero de folletos repartidos 2.- Número de días en los cuales se repartieron Folletos
Almacenamiento temporal en fuentes generadoras.	Colocar dos tipos de contenedores de RSU en cada fuente generadora para guiar al municipio a una labor de separación en la fuente.	*Cada fuente generadora deberá tener 2 contenedores diferentes; uno para reciclables y otro para no reciclables.	1.- Número de fuentes generadoras con RSU separados.
Rutas y frecuencia de Recolección de residuos al interior del municipio.	Delimitación de nuevas rutas, frecuencias y horarios de recolección de los residuos sólidos, con el fin de optimizar el proceso de recolección.	Hacer el mapa con las rutas diseñadas para las recolecciones de residuos sólidos reciclables y no reciclables.	1.- Número de recolecciones Totales
Mejoramiento de carros de recolección	Modificar los carros de recolección implementando bolsas para los residuos reciclables durante el recorrido.	-Se propone la adquisición de bolsas elaboradas con costal para el depósito de residuos reciclables una vez por semana al momento de recolectar; por otra parte hay dos días de recolección solo para los residuos no reciclables.	1.- Bolsas extras para el carro recolector.

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de generación y manejo de RSU San Mateo Atenco.

Para el eventual manejo de residuos sólidos del municipio de San mateo Atenco la propuesta de separación en la fuente consiste en incitar a los visitantes, a la población, a las empresas y comerciantes del municipio y a todo el personal del ayuntamiento de San Mateo Atenco a clasificar los residuos en reciclables y no reciclables. Para esto en cada fuente generadora se colocaran dos contenedores de los RSU claramente identificadas de color azul el contenedor con RSU

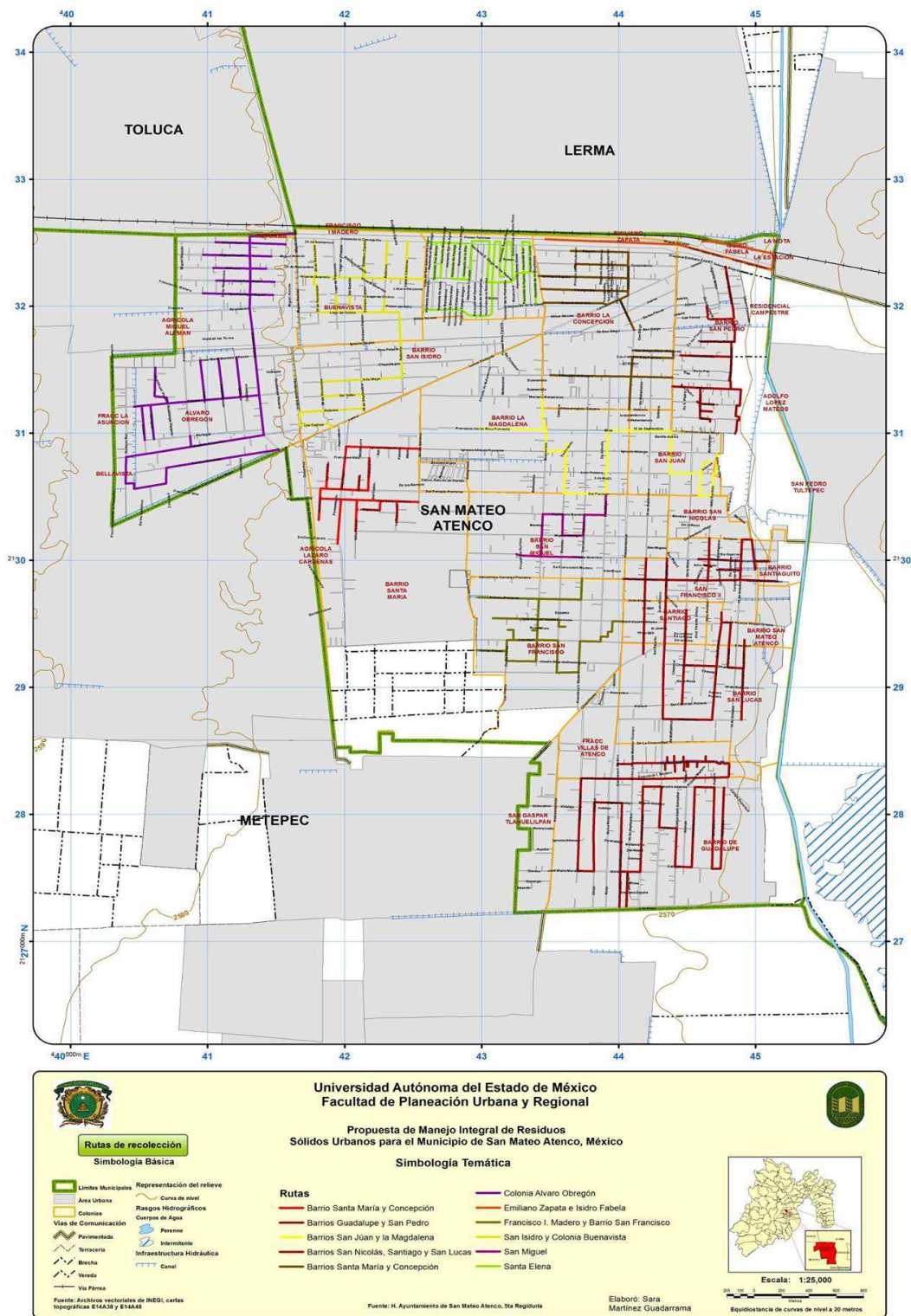


reciclables y en el contenedor verde los RSU no reciclables. Cada una de las fuentes generadoras deberá contar con los dos tipos de contenedores, con el fin de realizar de forma más eficiente la separación y la recolección de los mismos. Una vez que las fuentes generadoras hayan concluido la tarea de hacer una separación de los RSU en reciclables y no reciclables, las rutas de recolección empiezan su labor, para esto, se diseñó un protocolo de recolección en el cual se muestran las herramientas y equipo de protección del personal, las rutas disponibles dentro del municipio y los puntos clave en los cuales se disponen a realizar paradas de recolección de RSU.

Protocolo de recolección:

- Tener en regla el uniforme: usar guantes de látex, llevar puesto el gorro o cofia, zapatos con suela antideslizantes y tapabocas.
- Cumplir los horarios de recolección puntualmente.
- Revisar previamente el vehículo de recolección, este debe encontrarse en condiciones óptimas de higiene para realizar esta tarea.
- Empezar siempre el recorrido conforme el mapa de rutas siguiente lo menciona (ver figura 11):

Figura 11. Rutas de recolección de RSU de san Mateo Atenco.



Fuente: Elaboración propia con base al diagnóstico.



El número de viajes que debe realizar el recolector debe ser de una vez por ruta y tomando en cuenta los horarios y días de recolección de la tabla 16. Así como el tipo de residuos a recolectar.

Tabla. 16 Horarios de recolección selectiva de de RSU de san Mateo Atenco.

Horario	Día de recolección	Fuente	Residuos a recolectar
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Lunes	Domestica	Reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Lunes	Oficinas de gobierno	Reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Fabricación de zapato	No reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Lunes	Escuelas	Reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Lunes	Mercados	Reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Lunes	Restaurantes	Reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Domestica	No reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Oficinas de gobierno	No reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Escuelas	No reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Mercados	No reciclables
9:00 a.m. – 14:00 p.m.	Miércoles y Viernes	Restaurantes	No reciclables

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de generación y manejo de RSU San Mateo Atenco.

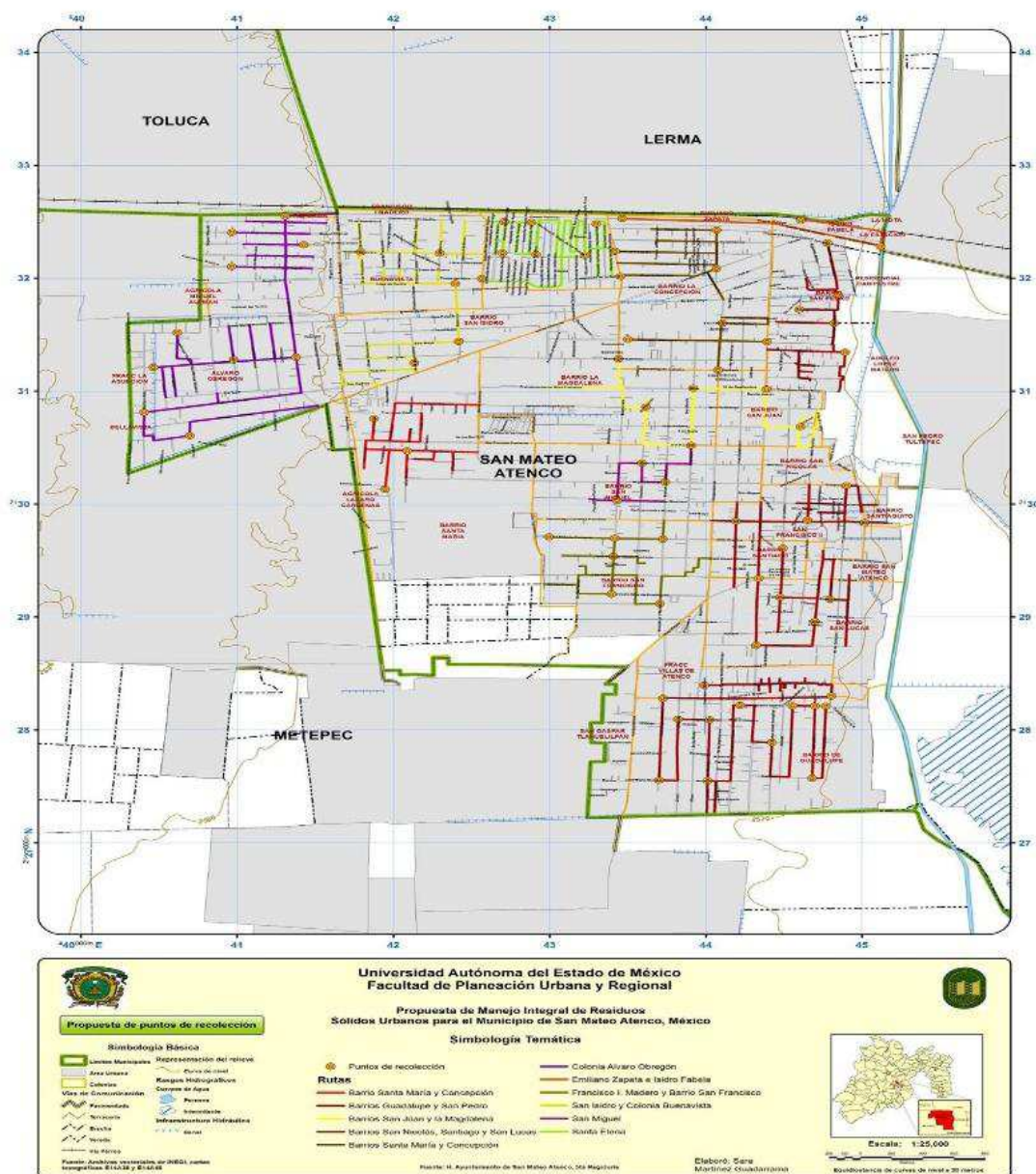
Descripción de la recolección de los RSU:

La recolección se realizara con un punto fijo en cada calle, es decir a cierta distancia el carro se esperara un aproximado de 25 minutos y los habitantes del municipio llegaran a él para tirar sus residuos; según sea el caso, el día lunes se

recolectarán los residuos no reciclables y los días miércoles y viernes los residuos reciclables.

En la figura 12, se muestran los puntos de recolección propuestos, para hacer más eficiente el proceso de recolección.

Figura 12: Puntos de recolección de RSU de San Mateo Atenco.



Fuente: Elaboración propia con base a información del diagnóstico.



Según el caso el día que es de recolectar los residuos sólidos reciclables el carro transportador va directamente al centro de compra de residuos reciclables; por otra parte cuando son residuos sólidos no reciclables se hace un cambio, del carro recolector al transfer y este lleva los residuos al sitio de disposición final.

Para ambos casos se debe realizar una bitácora con las siguientes características: fecha, nombre del recolector, tipo de residuos y cantidad de residuos (kg); esto con el fin de contabilizar de manera más eficiente los RSU.

4.4.3. Almacenamiento temporal y disposición final de residuos sólidos urbanos no reciclables.

Objetivo general

Aprovechar a los RSU a través de la recolección selectiva y almacenamiento temporal.

La administración de San Mateo Atenco es la instancia encargada de monitorear este objetivo de forma eficiente.

Alcance

El proyecto busca tener en regla todas las instancias referentes al manejo y gestión de residuos sólidos dentro del municipio de San Mateo Atenco.



Tabla 17. Almacenamiento temporal y disposición final de residuos sólidos urbanos no reciclables.

Actividades	Estrategia	Descripción de actividades	Indicadores
Depositar los RSU no reciclables del camión recolector al transfer	Llevar a cabo la disposición final a Xonacatlan.	-Se propone para la transferencia de los residuos sólidos no reciclables del camión recolector al transfer.	1.- Toneladas de RSU no reciclables por día depositadas en Xonacatlan.
Venta de los residuos reciclables.	Localizar los centros de compra de los RSU reciclables.	Una vez recolectados los RSU reciclables llevar a los centros de compra.	1.- Tipo de residuos reciclables. 2.- cantidad de residuos reciclable. 3.-Ingresos de venta de RSU reciclables

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de generación y manejo de RSU San Mateo Atenco.

Cabe mencionar que cada una de estas técnicas es inmediatamente después de la recolección de esta manera se ahorrarían, aspectos de suma importancia, tal es el caso del factor económico; por lo que nuestra labor principal debe de ser el programa uno y dos donde se sensibiliza a la población del municipio de San Mateo Atenco para que participe en su totalidad a separar los residuos sólidos, ya que este paso es fundamental para que el presente programa se lleve a cabo de manera eficaz; sin embargo la parte económica es realmente redituable por lo que gran parte de esta remuneración sería prácticamente para reducir los gastos del manejo y gestión de los RSU, sin embargo puede tomarse otra parte considerable para incentivar mes a mes a todo el personal del municipio de San Mateo Atenco. Esta práctica funcionara como ente motivador en la consecución y permanencia del plan de manejo integral de residuos sólidos del municipio.



Conclusiones

Respecto a la generación de residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco, se obtuvo una generación per cápita de 0.953 K/ hab/día, en el año 2015 la cual está por debajo de la estatal que fue de 1.40 Kg/habitante/día para el 2010 y una generación de 26 280.73 ton/año de RSU.

En relación a la composición de los RSU generados en el municipio de San Mateo Atenco y de acuerdo al método del cuarteo, se identificó al cuero como el residuo generado en mayor cantidad con un 20%, esto debido a las actividades productivas de calzado propias del municipio, seguido del hule y residuos de ropa con un porcentaje del 10%.

Lo anterior difiere de la composición que presenta SEDESOL, coincidiendo residuos como: bolsas de plástico, cartón, cuero, envase de cartón encerado (tetra pack), hueso, hule, papel, lata, loza y cerámica, pañal desechable, plástico rígido (PET), residuos alimenticios, residuos de ropa (trapo) vidrio de color y uncel.

Si bien en el municipio de San Mateo Atenco ya se lleva a cabo una separación de los residuos reciclables, está todavía irregular ya que representa sólo el 24.3% de todos los residuos generados.

Para el servicio de limpia de los RSU, el municipio cuenta con: 11 unidades de transporte (carros recolectores), un compactador y un tráiler tipo transfer de entre 20 a 30 toneladas; 45 trabajadores; once rutas de recolección; paradas de 20 a 25 minutos cada 50 metros y de 1 a 5 recorridos por ruta/semana dependiendo del tamaño de la localidad.



El municipio cuenta con un espacio de almacenamiento temporal de los RSU, el cual es un problema de contaminación que afecta la salud, el paisaje y al ambiente.

La disposición final de los RSU no seleccionados es de aproximadamente 72 toneladas por día en el relleno sanitario de Xonacatlan, con un costo de 144.00/tonelada.

El costo del manejo de los RSU en el municipio de San Mateo Atenco es de aproximadamente \$ 835 987.68, presentando un déficit del 7.31% del presupuesto anual asignado.

Finalmente, lo anterior muestra que el manejo de los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Mateo Atenco se lleva a cabo sin alguna planeación y control de los mismos, lo cual comprueba la hipótesis planteada.

Con base a lo anterior, se manifiesta la necesidad de que el municipio cuente con una propuesta de manejo integral de los RSU, la cual está fundamentada en tres pilares importantes: el marco legal, la educación ambiental y el aprovechamiento de los RSU reciclables.

La propuesta de manejo integral de los RSU, permitirá al municipio a través del programa de educación ambiental, sensibilizar a las fuentes generadoras respecto al consumo y manejo de los RSU y así formar una cultura participativa y ambiental de los RSU.

Así mismo, en la propuesta el aprovechamiento de los RSU reciclables, permitirá al municipio, no sólo reducir la cantidad de estos y el costo en la disposición final, sino además, recuperar capital de los residuos reciclables que puede ser empleado para gastos de servicio y limpieza, lo cual reducirá el costo total y se



eliminará el déficit actual que puede emplearse en otros programas prioritarios de la población.

La aplicación de la propuesta de manejo integral de los RSU en el municipio de San Mateo Atenco, permitirá contar con una planeación y control de manera sustentable de los residuos.

Recomendaciones.

De acuerdo al trabajo realizado en el municipio de San Mateo Atenco, se hacen las siguientes recomendaciones:

Aplicar y evaluar la propuesta de manejo integral de los RSU en el municipio.

Llevar a cabo el número de capacitaciones necesarias para alcanzar el objetivo de formación cultural de la generación y manejo de los RSU



Bibliografía

Antecedentes y manejo internacional de los RSU. Consultado de <http://www.sustenta.org.mx/3/historia/>

Cámara de diputados del H. congreso de la unión. Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Ultima reforma DOF 22-05-2015.articulo 5. Fracción XXIX

Castillejos Herrera A. 2010. Desarrollo de un Plan de Manejo de Residuos sólidos Urbanos para el Municipio de el Espinal, Oaxaca. Obtenida de <http://biogas-iclei.pacmun.org.mx/wp-content/uploads/2013/04/c-DESARRPLAN.pdf>

Cuero, pieles y calzado, director Michael, Mc cann. (2012). Cuestiones de protección enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Consultado el 15 de Diciembre de 2015 de [pp12http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/88.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/88.pdf)

Chung, P. y Alfonso R. (2002). Tesis digitales. UNMSM análisis económico de la ampliación de la cobertura del manejo de residuos sólidos por medio de la segregación en la fuente en lima cercado.

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESAIUFMG). Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM/MG), 1995. Impactos de los Residuos Sólidos sobre el Medio Ambiente, Manual de Saneamiento e Proteção Ambiental para os Municípios. Obtenida de: cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/EIA.04.impactos_residuos.rtf



Diario oficial de la federación. (1985). Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente-contaminación de suelo-residuos sólidos municipales-muestreo- método de cuarteo. México.

Diario oficial de la federación. (1985). Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al ambiente-contaminación de suelo-residuos sólidos municipales-selección y cuantificación de subproductos. México.

Diario oficial de la federación. (1985). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente-contaminación de suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación. México.

Diario oficial de la federación. (1988). Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. México.

Diario Oficial de la Federación (2003), Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental 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. México.

DIELEMAN, Hans y JUÁREZ, Margarita (2008) “¿Cómo se puede diseñar educación para la sustentabilidad?” Rev. Int. Contaminación. Ambiental.

Gaceta de Gobierno de San Mateo Atenco, pág. 20-96. Consultado el 30 de enero de 2016, de www.ipomex.org.mx/ipo/archivos/downloadAttach/35903.web;jsessionid...

Guía para el manejo integral de residuos. Universidad pontificia bolivariana. Área metropolitana del valle de aburra pp 24 (2008) Consultado el 28 de Noviembre de



<http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/calzado,%20cuero,%20plastico%20y%20sus%20manufacturas.pdf>

Instituto de Estudios Ambientales. Pontificia universidad católica del peru. Agenda 21, Desarrollo Sostenible: Un programa para la acción. 1998. Capítulo 21 “Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales”. Fracción 21.3

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Consultado el 9 de Mayo de 2015. De: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/Movil/MexicoCifras/mexicoCifras.aspx?em=15076&i=e>

Instituto Nacional de Ecología (INE), La situación de los residuos sólidos en México. Consultado de página web de servicios: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/345/sresiduos.html>

Instituto Nacional de Ecología (INE) (2007), La situación de los residuos sólidos en México. Consultado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/manejo.html>

Instituto Politécnico Nacional (IPN), México, D.F. Centro Mexicano para la producción más limpia Castillejos H. A. (2010). Tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería en producción más limpia. Desarrollo de un Plan de Manejo de Residuos sólidos Urbanos para el Municipio de el Espinal, Oaxaca.

Impactos de los Residuos Sólidos sobre el Medio Ambiente, Manual de Saneamiento y Protección al ambiente para los Municipios, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (DESAIUFGM). cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/EIA.04.impactos_residuos.rtf



KOLLMUSS, Anja and AGYEMAN, Julian (2002). "Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?" Environmental Education Research, 8(3):239-260.

Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente. Título Primero. Disposiciones generales capítulo 1 normas preliminares. Fracción XXXII. Reformada, DO., de 1 de abril 2010.

Municipio de San Mateo Atenco (2012-2015). Plan de Desarrollo municipal de San Mateo Atenco, pag 11-24 consultado el 24 de Abril de 2014, de <http://www.sanmateoatenco.gob.mx/contenidos/sanmateo/transparencia/6971.pdf>

Pérez B. N. M. (2011), Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Licenciatura de Ciencias Ambientales. Análisis de las condiciones en el manejo de residuos sólidos urbanos y propuesta de un plan de manejo integral para la localidad de Capulápan de Méndez. Pp 7-49.

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, dc. 2010. Tesis para obtener el grado de Ecóloga. Formulación del plan de manejo integral de residuos sólidos del centro comercial san pedro plaza de la ciudad de neiva – huila. Consultado de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9863/1/tesis78.pdf>

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) pp 74. Consultado el 27 de Julio de http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ReduccinReuso.pdf

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Guía para Gestión Integral de los Residuos sólidos Municipales. Consultado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/344.pdf>



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 municipales. (GPEPMPGIRSU) México.

Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, consultado el 24 de abril de 2014 de: <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/residuos/solidos/Documentos/guia-diseno.pdf>

Sustenta (2015), Antecedentes y manejo internacional de los RSU. Consultado de <http://www.sustenta.org.mx/3/historia/>

Universidad Nacional autónoma de México (UNAM), México D.F. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Plan de Manejo Integral de Residuos sólidos para Hipermercados. Consultado de: www.ptolomeo.unam.mx:8080/...248.../TesisGeovaneli%20López%20Morfin.pdf?



...

Organización Panamericana de la Salud. Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington DC.: OPS, 2003. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/fulltext/residuos/indice.pdf>



Anexos

Anexo 1.

Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México.

Entrevista para el personal de limpia del municipio de San Mateo Atenco

Nombre del barrio: _____

Nombre del encargado de la recolección: _____

Numero de recorridos por barrio: _____

Cantidad de RSU recolectados por recorrido (aproximado): _____

Separación primaria de RSU por recorrido y precio de venta de éstos: _____



Plástico duro y PET: _____

Papel y Cartón: _____

Latas de aluminio y fierro: _____

Tipo de carro recolector de basura, capacidad y gasto de gasolina: _____

Anexo 2.

Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México.

GENERACION PER-CAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS

Procedimiento de campo.
Este parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población.

Selección de riesgo " Ó "

El riesgo con que se realiza el muestreo se elige con base en los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad.
- Calidad técnica del personal participante.
- Facilidad para realizar el muestreo.
- Características de la localidad a muestrear.
- Exactitud de la báscula por emplear.

Tamaño de la premuestra " n "

A partir del riesgo seleccionado (Ó) se adopta un tamaño de premuestra por estrato, con base en la siguiente tabla:

Riesgo (Ó)	Tamaño de la premuestra (n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50



Anexo 3



Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México.



NMX-AA-015-1985

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.

Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

2.- DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma Mexicana NMX-AA-91.

3.- MÉTODO DE CUARTEO

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa de la zona o estrato socioeconómico del área en estudio, obtenida según Norma Mexicana NMX-AA-61

3.1 Aparatos y equipo

Centro de Calidad Ambiental UNINET

2 NMX-AA-015-1985

- Báscula de piso, con capacidad de 200 Kg
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).
- Palas curvas
- Bieldos
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Botas de hule
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras
- Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc.).

4.2 Procedimientos

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación según la Norma Mexicana NMX-AA-61.- En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m de cemento pulido o similar y bajo techo.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o bieldo, hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D (Fig. 1), y se eliminan las partes opuestas A y C ó B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 Kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-22.

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se toman 10 Kg aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio, físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso volumétrico de los residuos sólidos "in situ", según Norma Mexicana



NMX-AA-19.

La muestra obtenida para los análisis físicos, químicos y biológicos debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente selladas e identificadas (véase marcado), evitando que queden expuestas al sol durante su transporte, además se debe tener cuidado en el manejo de la bolsa que contiene la muestra para que no sufra ninguna rotura. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio, no debe exceder de 8 horas.

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 Kg, se remienda repetir la operación de cuarteo.



Anexo 4.

Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México.

CÉDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

No. De Folio _____

Localidad /Municipio/ Estado: _____

Fecha y hora del cuarteo: _____

Procedencia de la Muestra: _____

Condiciones Climatológicas Imperantes Durante el Cuarteo (describa): _____

Cantidad de Residuos Sólidos para el Cuarteo Kg: _____

Cantidad de Residuos Sólidos para la Selección de Subproductos Kg: _____

Cantidad de Residuos Sólidos para los Análisis Físicos, Químicos y Biológicos: _____



Responsable del Cuarteo: _____

Nombre/Cargo: _____

Dependencia o Institución: _____

Observaciones: _____

Anexo 5

Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de San Mateo Atenco, México.

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO (SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS)

Localidad /Municipio/ Estado: _____

Fechas y hora de análisis Peso de la Muestra Kg: _____

Estrato socioeconómico Tara de las bolsas Kg: _____

Responsable del análisis Dependencia o Institución: _____

No. SUBPRODUCTOS	PESO EN Kg	% EN PESO
1 Algodón		
2 Cartón		
3 Cuero		
4 Residuo fino que pase la criba M 200		
5 Envase en cartón encerado		
6 Fibra dura vegetal (esclerénquima)		
7 Fibras sintéticas		
8 Hueso		
9 Hule		
10 Lata		
11 Loza y cerámica		
12 Madera		
13 Material de construcción		
14 Material ferroso		
15 Material no-ferroso		
16 Papel		
17 Pañal desechable		
18 Plástico de película		
19 Plástico rígido		
20 Poliuretano		
21 Poliestireno expandido		
22 Residuos Alimenticios		
23 Residuos de jardinería		
24 Trapo		
25 Vidrio de color		
26 Vidrio transparente		
27 Otros		



Anexo 6. Especificaciones de la norma 083

ESPECIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO PARA UN SDF SEGUN LA NOM-083-SEMARNAT-2003

CUMPLE

6. Especificaciones para la selección del sitio

6.1 Restricciones para la ubicación del sitio

6.1.1 Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.

SI

6.1.2 No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.

SI

No hay áreas naturales protegidas cerca del sitio

6.1.3 En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.

NO

6.1.4 No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavemas, fracturas o fallas geológicas.

SI

6.1.5 El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.

FALTA
INFORMACIÓN

6.1.6 La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.

SI

6.1.7 La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

SI



ESPECIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO PARA UN SDF SEGUN LA NOM-083-SEMARNAT-2003 (Continuación)

CUMPLE

6.2 Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio

6.2.1 Estudio geológico

Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo, se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos perforados en la zona e informes realizados por alguna institución particular u oficial. NO

6.2.2 Estudios hidrogeológicos

a) Evidencias y uso del agua subterránea

Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. Asimismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio. NO

b) Identificación del tipo de acuífero

Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero. NO

c) Análisis del sistema de flujo

Determinar la dirección del flujo subterráneo regional. NO



ESPECIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO PARA UN SDF SEGUN LA NOM-083-SEMARNAT-2003 (Continuación)

	CUMPLE
6.3 Estudios y análisis, en el sitio, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final. La realización del proyecto para la construcción y operación de un sitio de disposición final debe contar con estudios y análisis previos, de acuerdo al tipo de sitio de disposición final especificado en la Tabla 2.	NO
a) Estudio Topográfico Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.	NO
b) Estudio geotécnico Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas:	NO
b.1 Exploración y Muestreo:	
<input type="checkbox"/> Exploración para definir sitios de muestreo.	NO
<input type="checkbox"/> Muestreo e identificación de muestras.	NO
<input type="checkbox"/> Análisis de permeabilidad de campo.	NO
<input type="checkbox"/> Peso volumétrico In-situ.	NO
b.2 Estudios en laboratorio:	
<input type="checkbox"/> Clasificación de muestras según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos.	NO
<input type="checkbox"/> Análisis granulométrico.	NO
<input type="checkbox"/> Permeabilidad.	NO
<input type="checkbox"/> Prueba Proctor.	NO
<input type="checkbox"/> Límites de Consistencia (Límites de Atterberg).	NO
<input type="checkbox"/> Consolidación unidimensional.	NO
<input type="checkbox"/> Análisis de resistencia al esfuerzo cortante.	NO
<input type="checkbox"/> Humedad.	NO
Con las propiedades físicas y mecánicas definidas a partir de los resultados de laboratorio, se deben realizar los análisis de estabilidad de taludes de las obras de terracería correspondientes.	NO
c) Evaluación geológica	
c.1 Se deberá precisar la litología de los materiales, así como la geometría, distribución y presencia de fracturas y fallas geológicas en el sitio.	NO
c.2 Se deberán determinar las características estratigráficas del sitio.	NO



ESPECIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO PARA UN SDF SEGÚN LA NOM-083-SEMARNAT-2003 (Continuación)

CUMPLE

7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final.

7.1 Todos los SDF deberán constar con una barrera geológica natural o equivalente a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica de al menos 1×10^{-7} cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final.

NO

7.2 se deberá garantizar la extracción, captación, conducción y control de biogás generado en el SDF

NO

7.3 Deberá construirse un sistema que garantice la captación extracción del lixiviado generado en el SDF

NO

7.4 Deberá diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración en las celdas

NO

7.5 El SDF deberá de contar con un área de emergencia para la recepción de lo RSU y RS ME cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permita la operación en el frente de trabajo.

NO

7.6 Los SDF de acuerdo a la clasificación antes detallada deberán de alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación.

Sitio	Compactación de los residuos Kg/m ³	Recepción de residuos sólidos Ton/día
A	A1	Mayor de 700
	A2	Mayor de 600
B		Mayor de 500
C		Mayor de 400
D		Mínima de 300

NO

7.7 Se deberá de controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial

NO

7.8 El SDF deberá adoptar medidas para que los residuos como: aguas residuales, líquidos industriales, residuos con contenido de aceites minerales y residuos peligrosos de acuerdo con la normatividad vigente no sean admitidos.

NO



ESPECIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO PARA UN SDF SEGUN LA NOM-083-SEMARNAT-2003 (Continuación)

CUMPLE

7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final.

7.9 Los SDF deberán de contener las siguientes obras complementarias:

Obras complementarias	A	NO
Caminos de acceso	X	NO
Caminos interiores	X	NO
Cerca perimetral	X	NO
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	NO
Báscula	X	NO
Agua potable, electricidad, drenaje	X	NO
Vestidores y servicio de sanitarios	X	NO
Franja de amortiguamiento (mínimo 10 metros)	X	NO
Oficinas	X	NO
Servicio médico y seguridad personal	x	NO

7.10 El SFD deberá de contar con :

- a) un manual de operación
- b) Un control de registro
- c) Informe mensual de actividades

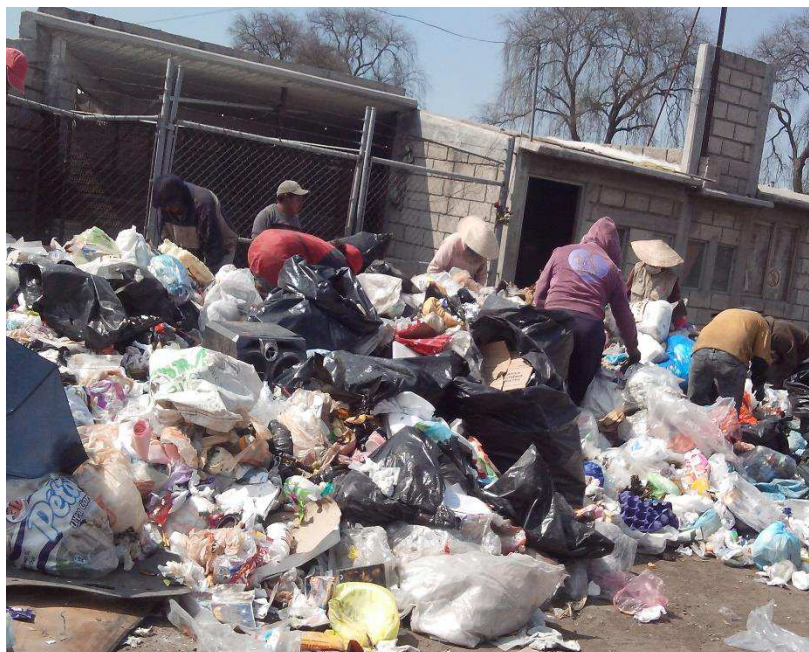
NO

7.11 Para asegurar la adecuada operación de los SDF, se deberá de instrumentar un programa que incluya la mediación y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios:

NO

- 7.11.1 Monitoreo de biogás
- 7.11.2 Monitoreo de Lixiviado
- 7.11.3 Monitoreo de acuíferos

Anexo 7. Falta de equipo de seguridad al personal de Recolección.



Anexo 8. Sitio de Disposición Final, modo de operar y fases de llenado.

