

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Proyecto de integración

“Plan de manejo de residuos sólidos en el Instituto Estado de México, Azcapotzalco, CDMX.”

Modalidad: Proyecto de Investigación

Presenta:

Judith Marisol Guzmán Rojas
210242216

Asesora:

Dra. Sylvie Jeanne Turpin Marion
Departamento de Energía

Trimestre 20I

Agosto de 2020

DECLARATORIA

Yo, Sylvie Jeanne Turpin Marion, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte del Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como el Repositorio Institucional de la UAM Azcapotzalco.

Yo, Judith Marisol Guzmán Rojas, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como el Repositorio Institucional de la UAM Azcapotzalco.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos (PMRSU) para el Instituto Estado de México, considerando sea oportuno ya que actualmente no cuenta con algún tipo de gestión que permita minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos sólidos.

Dado lo anterior, se visualizó la necesidad de proponer un sistema de manejo integral. Para tal efecto se realizaron estudios de generación, peso volumétrico y composición de subproductos de acuerdo con los procedimientos descritos por las normas mexicanas NMX-AA-019-1985 y NMX-AA-022-1985.

Se ha visto que la generación y composición de los residuos varían de acuerdo con la zona geográfica y el nivel socioeconómico. En la semana de estudio se generaron 17.59 kg de residuos en el transcurso de 5 días. La generación *per cápita* fue de 56 gr/día x persona. El peso volumétrico fue de 40.72 kg/m³, y los residuos orgánicos fueron el tipo de residuos que predominó en el plantel.

La composición de los residuos en porcentaje en peso fue: alimentos 16.09%, envases multicapas 14.32%, tereftalato de polietileno (PET) 14.10%, papel bond 12.57% y polietileno de alta densidad (PEAD) 10.80%. Algunos de los residuos generados son susceptibles de ser aprovechados y presentar un valor económico para el Instituto.

Dado lo anterior surgió la necesidad de proponer una propuesta de manejo integral para los residuos sólidos generados en el Instituto, con el fin de minimizar y valorizar los RSU, procurando concientizar a la comunidad dentro del Instituto de la problemática que genera un manejo no adecuado de los residuos, a la vez de involucrarla para la separación adecuada de los residuos generados dentro de las instalaciones

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Antecedentes	8
1.2 Justificación	10
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	12
3.1 Definición de residuo	12
3.2 Clasificación de los residuos sólidos	12
3.3 Gestión y manejo de los residuos sólidos	13
3.3.1 Definición de la gestión integral de los residuos.....	13
3.3.2 Jerarquía del manejo de los residuos sólidos.....	13
3.3.3 Etapas de la GIRSU.....	14
3.4 Manejo integral de RSU	15
3.4.1 Elementos del manejo integral de residuos sólidos	16
3.5 Normatividad aplicable a los RSU	17
3.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	19
3.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).....	19
3.5.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento (LGPGIR).....	19
3.5.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas	20
3.6 Planes de Manejo	21
3.6.1 Objetivos de los planes de manejo.....	22
3.6.2 Contenido de un Plan de Manejo	22
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	24
4.1 Primera etapa. Recopilación de la información	25
4.2 Segunda etapa. Estudio de campo	25
4.2.1 Estudio de generación	25
4.2.2 Generación per cápita.....	26
4.2.3 Cuarteo	26
4.2.4 Composición y cuantificación de subproductos	26
4.2.5 Peso volumétrico.....	28
4.3 Tercera etapa. Generación de la propuesta del plan de manejo	29
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	30
5.1 Etapa 1. Recopilación de la información	30
5.1.1 Ubicación del lugar.....	30
5.1.2 Descripción del lugar.....	30
5.1.3 Manejo actual de los residuos en el Instituto	30
5.1.4 Evaluación de las encuestas realizadas en el Instituto	31

5.2 Etapa 2. Estudio de campo	32
5.2.1 Determinación de la generación	32
5.2.2 Generación per-cápita.....	33
5.2.3 Composición y cuantificación de subproductos	33
5.2.4 Peso volumétrico.....	37
5.3 Etapa 3. Propuesta del Plan de Manejo	37
5.3.1 Información general	37
5.3.2 Diagnostico del residuo	37
5.3.3 Formas para el manejo integral propuestas para el residuo	38
5.3.4 Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo	38
5.3.5 Destino final del residuo nacional o internacional	39
5.3.6 Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.....	39
5.3.7 Participantes del plan y sus actividades	42
5.3.8 Mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general	43
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	45
Referencias	47
ANEXOS.....	49
Anexo 1. Número y distribución de contenedores de residuos	49
Anexo 2. Cálculo del volumen y peso volumétrico	50
Anexo 3. Encuestas	51

Índice de figuras

Figura 1. Jerarquía en el manejo de RSU	14
Figura 2. Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos	14
Figura 3. Manejo integral y sustentable de los RSU	16
Figura 4. Jerarquía de los principales ordenamientos en el sistema jurídico nacional	18
Figura 5. Diagrama de flujo del plan de manejo de residuos sólidos	24
Figura 6. Bascula utilizada para el pesaje de los residuos sólidos	27
Figura 7. Delimitación del área para realizar el cuarteo	27
Figura 8. Muestra de los residuos generados	27
Figura 9. Ubicación del Instituto Estado de México	29
Figura 10. Área de acopio de los residuos generados	30
Figura 11. Residuos generados por día	31
Figura 12. Muestra de subproductos	33
Figura 13. Muestra de subproductos	33
Figura 14. Porcentaje de subproductos de los dos cuarteos	36
Figura 15. Iconografía	38
Figura 16. Deposito ubicado en aulas	48
Figura 17. Deposito ubicado en biblioteca	48

Índice de tablas

Tabla 1. Instituciones que han implementado planes de gestión de residuos	9
Tabla 2. Jerarquía de los principales ordenamientos en el sistema jurídico nacional ..	19
Tabla 3. Funciones de los municipios en materia de residuos sólidos urbanos	20
Tabla 4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables en materia de RSU	21
Tabla 5. Normas Mexicanas (NMX) aplicables en materia de RSU	21
Tabla 6. Clasificación de subproductos	28
Tabla 7. Residuos generados por día	31
Tabla 8. Generación per-cápita por semana	32
Tabla 9. Masa promedio y porcentaje de subproductos de los dos cuarteos	35
Tabla 10. Volumen del recipiente y peso volumétrico	37
Tabla 11. Separación de residuos	40
Tabla 12. Responsabilidades y participantes del Plan de Manejo	42

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico de la sociedad, el crecimiento poblacional y la globalización de los mercados financieros, han implicado una creciente generación y diversificación de residuos sólidos, lo que requiere de una nueva visión de la gestión integral de los mismos, que promueva su aprovechamiento y la prevención de su generación (SEDEMA,2014).

Los residuos sólidos se definen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en su artículo 5, inciso XXIX, como: “aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contienen en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma Ley”. En función de sus características y orígenes, se les clasifica en tres grandes grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) (SEMARNAT, 2018a).

Se estima que en México se generan diariamente 102,895.00 toneladas de residuos, de los cuales se recolecta el 83.93%, enviándose un 78.54% a sitios de disposición final, reciclando únicamente el 9.63% de los residuos generados (SEMARNAT, 2018b).

Ahora bien, la LGPGIR en su artículo 5 inciso XII, indica que un gran generador es quien produce más de 10 toneladas de residuos al año y en la fracción XXI menciona la necesidad de un Plan de Manejo para los residuos generados en estas condiciones (SEMARNAT, 2018a).

A su vez, en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, Título Primero, Capítulo Único, inciso XVII define “Generadores de alto volumen: Las personas físicas o morales que generen un promedio igual o superior a 50 kilogramos diarios en peso bruto total de los residuos sólidos o su equivalente en unidades de volumen.” En el inciso XXV indica “Plan de Manejo: El instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial... e involucra a... grandes generadores de residuos...” Título Tercero, Capítulo I, Artículo 24, incisos I, III y IV, establece las responsabilidades que deben solventar los generadores de alto volumen (SEDEMA, 2017).

Por lo anterior, para el adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos se aplicará el principio de “Basura Cero”, el cual consiste en disminuir, aprovechar y valorizar al máximo la cantidad de residuos que se envían a sitios de disposición final, a través del aprovechamiento material como la reutilización, el reciclaje y el aprovechamiento energético. La mayoría de los residuos está constituida por materiales seleccionables con relativa facilidad para usarse como materias primas recuperables, clasificándolos en: orgánicos, biodegradables, papel, cartón, vidrio, plásticos, metales, textiles, entre otros (SEDEMA, 2015).

1.1 Antecedentes

En los últimos 50 años, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población de México aumentó de 25 millones de habitantes en 1950 a 119 millones de habitantes en 2015 (INEGI 2011, 2016). Como consecuencia de ese crecimiento, son los problemas ambientales y uno de ellos es el incremento acelerado de la generación de residuos dentro de los centros de población, demandando una mayor cobertura de los sistemas de recolección, así como nuevas alternativas de tratamiento, nuevos equipos y tecnología con la finalidad de establecer sistemas de manejo, control y aprovechamiento que resguarden la calidad de vida de la población (SEMARNAT, 2017a).

El plan de manejo es un instrumento que tiene como objetivo 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 (DOF, 2003).

A través de los planes de manejo de los residuos sólidos, los grandes generadores (sean del sector público, privado o social) deberán adoptar medidas para reducir la generación de los residuos sólidos urbanos (RSU), aprovechar aquellos susceptibles de reutilización, reciclado o de transformación en energía, o para tratar o confinar aquellos que no se pueden valorizar (SEMARNAT 2015).

En la Ciudad de México, el manejo integral de los residuos sólidos tiene fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la LGPGIR y su reglamento (SEMARNAT, 2017a).

Debido a la importancia del manejo adecuado de los residuos, diversas instituciones educativas han implementado y desarrollado planes de manejo para la caracterización y minimización de los RSU. En la Tabla 1 se enlistan algunos (UAM, 2017).

Tabla 1. Instituciones que han implementado planes de gestión de residuos

REFERENCIA	ESCUELA	NIVEL ESCOLAR	GENERACIÓN DE RESIDUOS	MANEJO DE RESIDUOS
Rosas, 2016	Universidad Veracruzana			
	Facultad de Ciencias Químicas (FCQ)	Superior	34 g/ estudiante día	Cada facultad tiene condiciones particulares y lleva a cabo su propia gestión de RSU de acuerdo con las características de los mismos. La estrategia principal es la reducción desde la fuente y la introducción de sistemas de separación, mediante distintos contenedores identificados para este propósito.
	Facultad de Arquitectura (FA)	Superior	19 g/ estudiante día	
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCBA)	Superior	23 g/ estudiante día		
Arenas, 2016	Universidad Tecnológica de Puebla	Superior	98 g/ estudiante día	Implementación de campaña 4RSU la cual consiste en la instalación de contenedores en donde se recuperan los residuos generados en la Universidad, se almacenan y por último se venden. Cuentan con un Programa de Manejo de RSU vigente (2014).
Reyes, 2015	Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI)	Superior	113 g/ estudiante día	Creación del Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI (PROMIR) con el objetivo de realizar la separación en sus fracciones orgánica, reciclable, sanitaria y PET, además del acopio de pilas, papel y cartón.
Separación, 2003	Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco	Superior	45 g/ estudiante día	Separación es el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos que se generan en la UAM – A. El programa está estructurado en tres etapas y sus objetivos son: a) Concientizar a la comunidad de la UAM – A sobre la problemática de los residuos b) Cumplir con la legislación de la Ciudad de México y c) Involucrar a la comunidad en la separación de los residuos de la Unidad.

Fuente: Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017) Propuesta de Proyecto de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM-A. Trimestre 17-P

1.2 Justificación

De esta forma, con el fin de prevenir la contaminación al ambiente y proteger la salud de la comunidad del Instituto Estado de México, es importante llevar a cabo una gestión integral de los residuos, contemplando la prevención en la generación, su valorización, el tratamiento y su disposición final de forma ambientalmente responsable, de conformidad con lo establecido en la legislación mexicana en la materia.

El objetivo de la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos es transformar el manejo tradicional de los residuos en una gestión integral que involucre la modernización operativa y administrativa de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final, apoyados en tecnologías complementarias, economías de escala, esquemas regionales y de terceros en corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad (SEDEMA, 2018).

CAPÍTULO 2. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general

- Desarrollar un Plan de manejo de residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Estado de México, en Azcapotzalco, CDMX.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición y cantidad de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Estado de México.
- Evaluar el manejo actual de los residuos sólidos.
- Determinar cuáles son los residuos susceptibles de ser valorizados.
- Proponer estrategias enfocadas al manejo integral de los residuos sólidos urbanos en la institución las cuales estén encaminadas al aprovechamiento adecuado.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se revisarán diferentes temas relacionados al manejo de RSU, a partir de su generación y hasta su disposición final, su importancia y la legislación aplicable a la elaboración de un plan de manejo de residuos.

3.1 Definición de residuo

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades diarias, por ejemplo, de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques. También los que se generan en cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos del sector público o privado. Lo anterior siempre que no sean considerados como residuos de otra índole. (SEMARNAT, 2012a).

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) define los residuos como: “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas” (Colomer y Gallardo, 2007).

En la legislación nacional, en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) Capítulo 1, Fracción XXXI, se define a un residuo como “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 generó” (SEMARNAT, 2012b).

Para la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), la definición de residuo se encuentra en el Artículo 5° Fracción XXIX: “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, 2003).

En base a las anteriores definiciones, es posible entender que la generación de residuos es una actividad constante y cíclica. Es posible buscar su valorización para involucrarlos en un nuevo proceso de producción, si sus características lo permiten.

3.2 Clasificación de los residuos

La LGPGIR en el Artículo 5° menciona una clasificación de los residuos, enlistada de la forma siguiente:

Fracción XXX. Residuos de Manejo Especial (RME): 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.

Fracción XXXI. **Residuos Incompatibles (RI)**: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, fuego, presión, partículas, gases o vapores dañinos.

Fracción XXXII. **Residuos Peligrosos (RP)**: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confiera peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

Fracción XXXIII. **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)**: La definición se enuncia al inicio de este Capítulo (DOF, 2003)

3.3 Gestión y manejo integral de los residuos

3.3.1 Definición de la gestión integral de residuos

La generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos 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, y que también responde a las expectativas públicas. La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de residuos sólidos (Tchobanoglous, 1994).

3.3.2 Jerarquía en el manejo de los residuos

Con el fin de lograr una gestión integral adecuada de los RSU se requiere priorizar las opciones de aprovechamiento de éstos, una propuesta de jerarquía se muestra en la figura 1. El primer nivel es evitar la generación, de no ser posible, el siguiente paso es aplicar la estrategia de las tres R, es decir: reducir la cantidad de materiales que requieran alguna forma de manejo, reutilizar los residuos para darles más de un uso antes de desecharlos, por último, reciclar para que puedan ser aprovechados nuevamente.

De no ser posible realizar el aprovechamiento material, se recurrirá a plantear un aprovechamiento energético, cuando este último no sea viable, se procurará la disposición final adecuada de los RSU.



FIGURA 1. Jerarquía en el manejo de RSU

Fuente: Manejo de desechos industriales peligrosos. Luis G. Romero. Tecnología en marcha. Vol. 20-2 -2007

3.3.3 Etapas de la GIRSU

Las fases de la gestión integral se muestran en la figura 2.



FIGURA 2. Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos.

Fuente: Sistema de Segregación en la Fuente en Instituciones Educativas. Ciudad Saludable, 2008.

- 1. Separación en origen: Es la primera etapa y es de importancia en la GIRSU, debido a que en esta fase se realiza una primera selección de los residuos en tres grupos: reciclables, aprovechables y residuos orgánicos.
- 2. Recolección y transporte: En esta etapa los RSU son recolectados por el servicio público o privado. Implica el traslado desde la zona de generación hasta las estaciones de transferencia, proceso de tratamiento o directamente a los rellenos sanitarios.
- 3. Residuos reciclables: Los residuos que se han separado previamente y pueden ser susceptibles a reciclar, son recolectados por un transporte dedicado a esta actividad.
- 4. Centro de acopio: Se reciben los materiales susceptibles de ser reciclados.
- 5. Empresa: En estas instalaciones se lleva a cabo la transformación de los residuos en materia prima para su reutilización.
- 6. Nuevos productos: Con la materia prima generada de los residuos, se pueden fabricar nuevos productos, dando un mayor uso a la materia prima.
- Los residuos orgánicos pueden valorizarse y generar composta, esta servirá de abono a utilizarse en recursos naturales. Eventualmente, estos serán materia prima para generar nuevos productos.
- Los residuos no aprovechables serán trasladados al relleno sanitario para su disposición final de manera adecuada.

3.4 Manejo integral de RSU

La LGPGIR define el manejo integral de los RSU como “las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social” (DOF, 2003).

El manejo integral (figura 3) y sustentable de los residuos sólidos requiere de una combinación de flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región. Esto se puede lograr combinando opciones de manejo incluyendo esfuerzos de reusó y reciclaje, tratamientos que involucran compostaje, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final adecuada en rellenos sanitarios.

El punto clave no es cuantas opciones de tratamiento se utilicen o si se aplican todas al mismo tiempo, sino que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales, así como los principios básicos de las políticas ambientales en la materia (Rondón *et. Al.*, 2013).

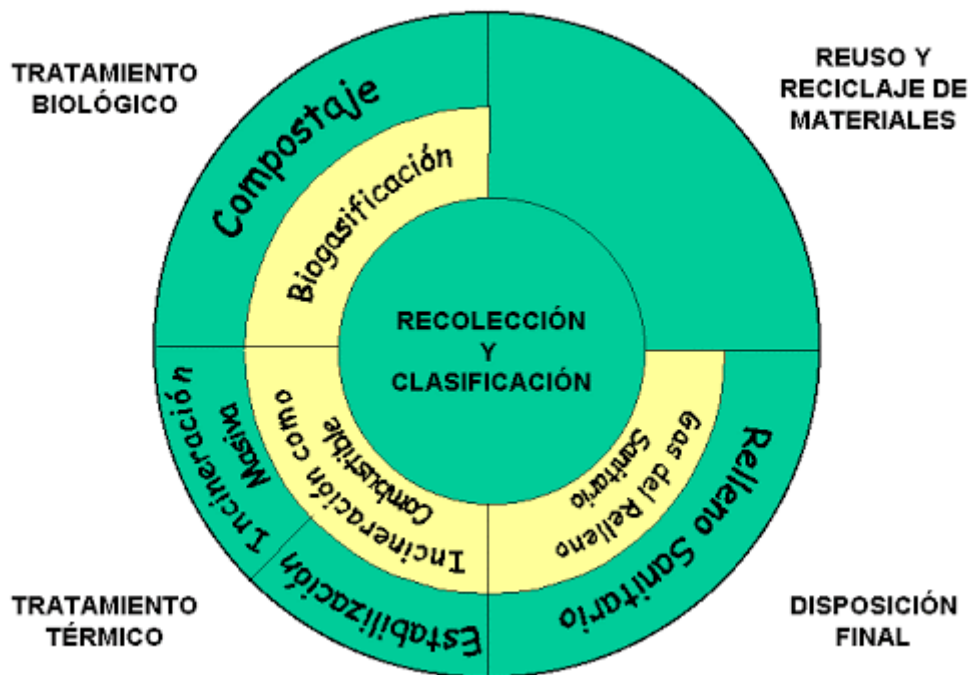


FIGURA 3. Manejo integral y sustentable de los RSU.
 Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. SEMARNAT, 2017.

3.4.1 Elementos del manejo integral de residuos sólidos

Un manejo integral de residuos sólidos económica y ambientalmente responsable debe ser flexible y capaz de manejar todos los tipos de residuos sólidos. Se debe considerar que reducir los costos y minimizar los impactos ambientales negativos es difícil de lograr si se quiere hacer al mismo tiempo, sin embargo, es necesario tomar las mejores decisiones con base en los datos de generación y composición. Para llegar a serlo, existen estrategias que se pueden aplicar y estas se mencionan a continuación (SEMARNAT, 2017).

- Reducción en la fuente

Es una acción propuesta para prevenir la generación y minimizar la cantidad de residuos sólidos, a través del diseño y la fabricación del producto, con una cantidad mínima de material y una vida útil más larga.

La reducción debe hacerse caso por caso tomando en cuenta el ciclo de vida del producto en cuestión. De esta manera, se previene que los problemas solo cambien de lugar, ya que una mejora aparente en una parte del ciclo de vida puede simplemente llevar a otros problemas posteriores.

- Reciclaje

El reciclaje ayuda a minimizar el uso de recursos, a evitar la extracción de materia prima y que materiales valorizables contenidos en los residuos terminen en la etapa de disposición final, sin embargo, el proceso de reciclaje involucra actividades en las que se generan residuos y son necesarios el consumo de recursos naturales durante la recolección, limpieza y reprocesado. Por lo que se debe considerar que los daños causados al ambiente se minimicen, o bien se obtengan beneficios de este proceso.

- Tratamiento biológico

Este método se enfoca en los residuos orgánicos, pueden ser de alimentos y los de poda. Separar estos residuos ayuda a que otros no se contaminen, evitando que pierdan su valor, además se elimina la formación de lixiviados, debido a que son un problema en los sitios de disposición final por su escurrimiento hacia las capas del suelo.

Los dos tipos de tratamiento biológico son: aerobio y anaerobio. El manejo integral se logra incluir de manera más accesible durante el tratamiento aerobio debido a los RSU se pueden tratar mediante el compostaje y tiene la ventaja que se desarrolle en los hogares, lo que disminuiría la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios.

El tratamiento anaerobio es una tecnología más compleja que se lleva a cabo en contenedores cerrados que permiten la recuperación y uso de biogás que se genera al descomponerse los residuos.

- Composta

La valorización de los residuos orgánicos (residuos de comida, poda y jardín, etc.) se alcanza cuando el residuo es procesado y transformado en un nuevo producto, en este caso la composta. La composta es un fertilizante natural y mejorador del suelo, de color café oscuro y que tiene aquel característico color y apariencia de la tierra que encontramos en suelos boscosos.

Esta es la forma ideal de reciclar los residuos orgánicos.

3.5 Normatividad aplicable a los RSU

La legislación mexicana está formada por una jerarquía definida por las responsabilidades de los diferentes órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal y a su vez se respaldan con los diferentes instrumentos legales como las leyes federales y/o locales, reglamentos y normas municipales o específicas, el orden jerárquico de la legislación se muestra en la figura 4.

Jerarquía de las Leyes

PRINCIPIOS Y ORDEN JERÁRQUICO DE LAS LEYES, REGLAMENTOS Y DECRETOS EN MÉXICO.

Existe un orden jerárquico normativo claramente descrito en el artículo 133 Constitucional.



El orden jerárquico es el siguiente:

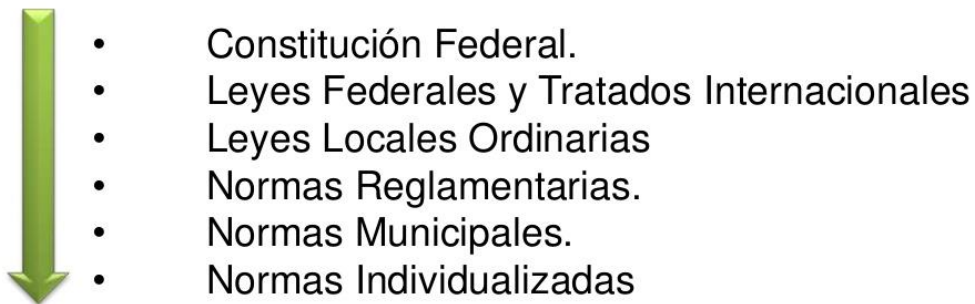


FIGURA 4. Jerarquía de los principales ordenamientos en el sistema jurídico nacional.

Fuente: Leyes y reglamentos que rigen el comercio exterior. Néstor Elvira

Como se muestra, los ordenamientos se relacionan siguiendo unos con otros la jerarquía correspondiente. Encabezando la columna se ubica la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en orden decreciente se encuentran los tratados y convenios internacionales, en la siguiente posición se encuentran las leyes nacionales o locales ordinarias, seguido de las normas reglamentarias y, las últimas dos posiciones están compuestas por normas y otras disposiciones.

En la materia de los residuos sólidos urbanos, el marco legal vigente bajo el cual se sustenta su actuación involucra instrumentos que buscan el bien común por medio de la disminución de efectos negativos que se ocasionan debido a un manejo inadecuado de estos. Este marco está integrado por:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
4. Reglamentos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
5. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)

3.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Este instrumento legal rige jurídicamente al país. Establece los límites y define las relaciones entre los tres poderes, los diferentes órdenes de gobierno y los ciudadanos. En materia ambiental y salud pública fundamenta el derecho que todo habitante debe tener de gozar de un ambiente sano y la necesidad de preservar los recursos naturales y restaurar el equilibrio ecológico.

En cuanto al tema de residuos, se establecen las funciones que corresponden a los municipios, entre las que se destacan la responsabilidad de prestar el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos.

3.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA)

En nuestro país, la LGEEPA es la ley encargada de regular los aspectos ambientales. Su función es un elemento fundamental para establecer las bases del desarrollo sustentable a nivel nacional. El objetivo principal es garantizar el derecho de las personas a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. La tabla 2 muestra un resumen de los artículos más importantes en materia de residuos en los ordenamientos antes mencionados.

TABLA 2. Jerarquía de los principales ordenamientos en el sistema jurídico nacional

Ordenamiento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<ul style="list-style-type: none">➤ Artículo 4. Derecho que toda persona tiene a proteger su salud.➤ Artículo 25. Explotación de recursos productivos, asegurando el cuidado del medio ambiente.➤ Artículo 27. Conservación de los recursos naturales, equilibrio ecológico.➤ Artículo 115. Responsabilidad de los municipios sobre los residuos sólidos urbanos.
LGEEPA	<ul style="list-style-type: none">➤ Artículo 8. Facultades de los municipios en materia de residuos sólidos e industriales.➤ Artículo 137. Autorización de los municipios conforme a leyes locales y a las NOM aplicables, para el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

Fuente: Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017) Propuesta de Proyecto de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM-A. Trimestre 17-P

3.5.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento (LGPGIR)

Publicada en 2003 la LGPGIR es la ley encargada de plantear los temas relacionados con los residuos. Con origen es esta ley es como se elaboran las políticas, leyes, reglamentos, programas u otros instrumentos para cada entidad. Su objetivo principal de la LGPGIR y el reglamento correspondiente es propiciar el desarrollo sustentable por medio de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los RP, RSU y de los RME; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su enmienda (SEMARNAT, 2003).

De igual forma, establece las atribuciones correspondientes a los diferentes niveles de gobierno en cuanto a la disposición y tratamiento por tipo de residuo. En apego a el Artículo 10, los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de RSU, consistiendo en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final; las funciones más importantes se muestran en la tabla 3.

TABLA 3. Funciones de los municipios en materia de residuos sólidos urbanos.

Manejo integral de los residuos sólidos urbanos
Programas municipales para los residuos sólidos urbanos.
Ordenamientos jurídicos administrativos sobre residuos sólidos urbanos.
Prestar o concesionar el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos.
Registro de grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
Control y vigilancia del manejo integral de residuos sólidos urbanos.
Promover investigación, desarrollo de tecnología y educación en materia de residuos sólidos urbanos.

Fuente: Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017) Propuesta de Proyecto de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM-A. Trimestre 17-P

3.5.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas

Las normas son consideradas como instrumentos de regulación ambiental que complementan lo estipulado en leyes y reglamentos, según sea el caso. Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones de observancia obligatoria de jurisdicción federal estableciendo reglas o especificaciones que aplican a una actividad, instalación o servicio. Las NOM están clasificadas de acuerdo con su objetivo de estudio en: agua, ruido, emisiones atmosféricas, impacto ambiental, residuos y suelos.

A su vez, las normas mexicanas (NMX) son regulaciones que otorgan reglas, atributos, métodos o especificaciones aplicables a una actividad, instalación o servicio; a diferencia de las NOM, estas son de observancia y aplicación voluntaria. En las tablas 4y 5 se enlistan y describen las normas en materia de residuos sólidos urbanos.

TABLA 4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables en materia de RSU

Norma	Objetivo	Campo de aplicación
NOM-083-SEMARNAT-2003 (DOF, 2004)	Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo de un sitio de disposición final de RSU y RME.	Observancia obligatoria para las entidades públicas y privadas responsables de la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
NOM-161-SEMARNAT-2011 (SEMARNAT, 2011)	Establece los criterios que deberán considerar las entidades federativas y sus municipios para solicitar la inclusión de otros RME; los criterios para determinar los que estarán sujetos a Plan de Manejo y el listado de estos.	Observancia obligatoria en todo el territorio nacional para: Los grandes generadores de RME. Los grandes generadores de RSU, los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierte en RME sujetos a un Plan de Manejo.

Fuente: Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017) Propuesta de Proyecto de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM-A. Trimestre 17-P

TABLA 5. Normas Mexicanas (NMX) aplicables en materia de RSU

Norma	Objetivo
NMX-015-AA-1985	Establece el método del cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención para los análisis de laboratorio.
NMX-019-AA-1985	Establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales.
NMX-022-AA-1985	Establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.
NMX-061-AA-1985	Especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales por muestreo.
NMX-AA-21-1985	Establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

Fuente: Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017) Propuesta de Proyecto de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM-A. Trimestre 17-P

3.6 Planes de manejo

Los planes de manejo se deben regir bajo la Norma Oficial Mexicana NOM 161 – SEMARNAT – 2011, la cual establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuales están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF, 2013).

Los planes de manejo son instrumentos que tienen como objetivo 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 Diagnostico

Básico para la Gestión Integral de Residuos. Son diseñados 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 órdenes de gobierno (SEMARNAT, 2003).

3.6.1 Objetivos de los planes de manejo

De acuerdo con la LGPGIR (SEMARNAT, 2003) los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

- a) Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo.
- b) Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que lo constituyan.
- c) Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares.
- d) Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados.
- e) Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible (INECC, 2013).

3.6.2 Contenido de un Plan de Manejo

Para formular y aplicar un plan de manejo es necesario elaborar un documento con los elementos siguientes, de acuerdo con la NOM 161-SEMARNAT-2013:

- a) Nombre, denominación o razón social del solicitante
- b) Nombre del representante legal
- c) Domicilio para oír y recibir notificaciones
- d) Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial
- e) Residuo(s) objeto del plan
- f) Diagnóstico del residuo
- g) Principales materiales que componen el residuo
- h) Manejo actual del residuo
- i) Problemática ambiental, asociada al manejo actual del residuo
- j) Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas
- k) Formas de manejo integral propuestas para el residuo
- l) Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo
- m) Descripción del destino final del residuo sea nacional o internacional

- n) Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo
 - o) De ser aplicable, especificar los participantes del plan y su actividad
 - p) De ser aplicable indicar los mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general
- (DOF,2013).

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

El proyecto se elaboró en tres etapas, con los elementos establecidos en la legislación vigente en materia de residuos sólidos urbanos de la Ciudad de México y en la Ley de Residuos Sólidos Urbanos del Distrito Federal (SEDEMA, 2017).

En la figura 5 se muestra el diagrama de los pasos a seguir para realizar el plan de manejo y en seguida se describe cada etapa:

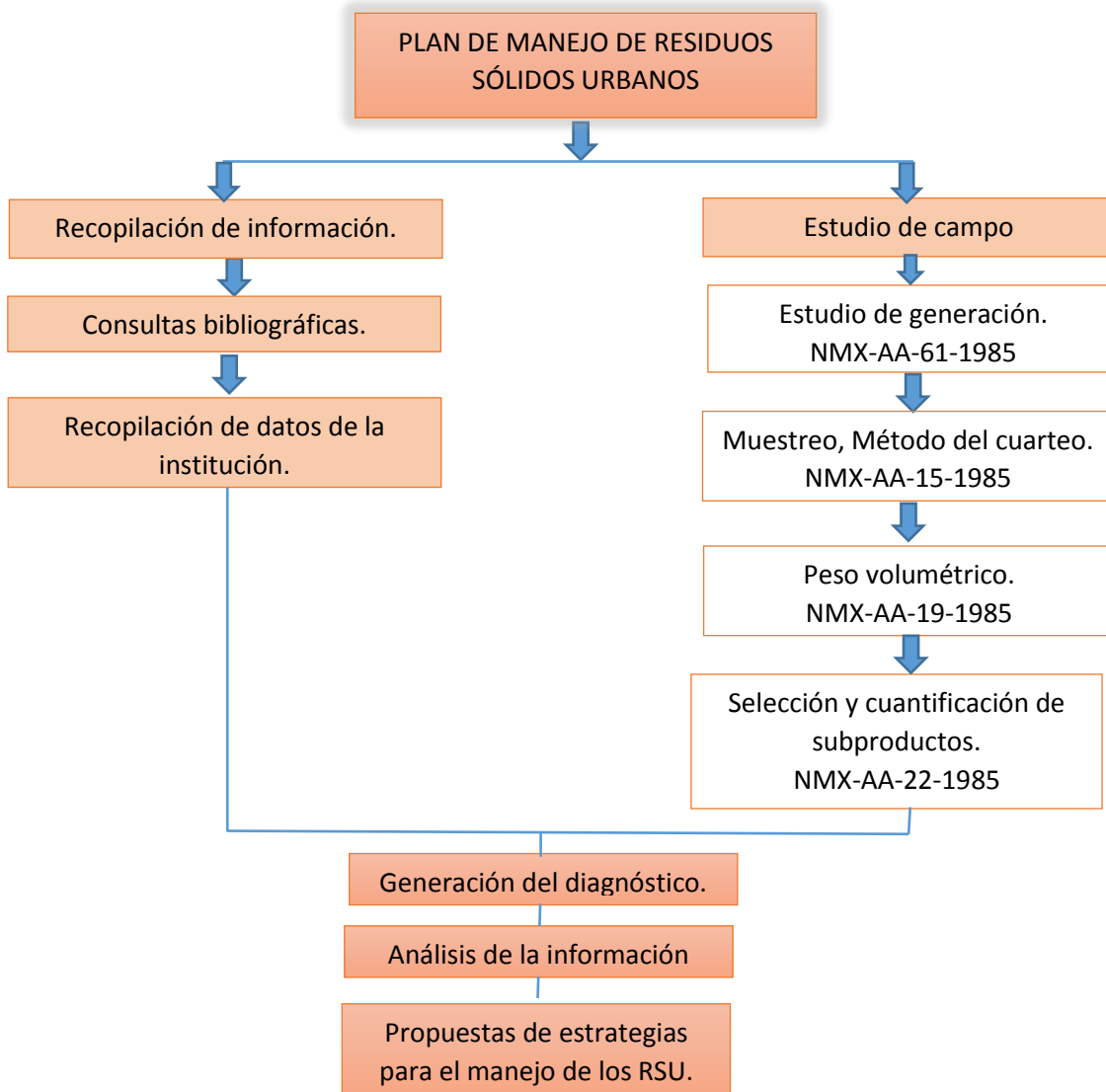


FIGURA 5. Diagrama de flujo del plan de manejo de residuos sólidos.
Fuente: Elaboración propia.

4.1 Primera Etapa. Recopilación de la información

Esta primera etapa consistió en la recopilación de la información, consistiendo en la investigación de la bibliografía disponible con referencia a los RSU, su manejo en la Ciudad de México y el marco jurídico vigente.

En esta etapa se llevó a cabo la recopilación de datos de la institución. Se realizaron visitas de campo a la Institución con el fin de recopilar información del manejo actual de los RSU que se generan, se realizaron entrevistas al personal administrativo, docente y a los encargados de la limpieza.

Con las entrevistas se obtuvieron datos como:

- Número de alumnos y empleados.
- Tipo de recipientes utilizados para los residuos.
- Frecuencia del servicio de recolección.
- Tipo de servicio de recolección (público o privado)
- Opinión sobre el servicio de limpia.
- Conocimiento sobre los RSU

4.2 Segunda Etapa. Estudio de campo

Consistió en las actividades realizadas dentro de la institución. Se identificaron las áreas donde se ubican los depósitos de basura y su lugar de acopio actual. El estudio de generación se realizó con un muestreo durante 5 días para determinar la generación total y *per-cápita* de los residuos, con base en la norma mexicana NMX-AA-61-1985. Se efectuó el método del cuarteo siguiendo la norma mexicana NMX-AA-15-1985. El peso volumétrico de realizó siguiendo la norma mexicana NMX-AA-19-1985. Para la selección y cuantificación de subproductos se realizó siguiendo la norma mexicana NMX-AA-22-1985.

4.2.1 Estudio de generación

El estudio de generación de los RSU se realizó con un muestreo durante del 24 al 28 de febrero de 2020, siguiendo la metodología descrita a continuación:

1.- Se solicitó tener los depósitos de residuos limpios para el primer día del muestreo, para asegurar contar con residuos nuevos; a esta actividad se le nombró "operación limpieza".

2.- Se realizó el muestreo de 5 días. Los residuos se recolectaron por día a las 16:00 horas. En un contenedor, de volumen aproximado a 100 litros, se le colocó una bolsa de plástico negro, para recolectar todos los residuos generados en los salones, oficinas, laboratorios, sanitarios, cooperativa, cocina y de los patios. Cada día, concluido el acopio de los residuos, se procedió a retirar las bolsas llenas, las cuales fueron trasladadas al área asignada para almacenaje. Se pesaron, se registró el dato y se procedió a desecharlas. Concluida esta actividad, se procedió a colocar una nueva bolsa en el contenedor para estar en condiciones de recibir los residuos del día siguiente. Para el pesaje de los RSU

se utilizó una báscula digital de 100 kg con una tolerancia de +/- 5 gramos (figura 6).

Se destinaron las muestras del martes 25 y jueves 27 de enero de 2020, para no desecharlas y realizar la caracterización correspondiente. Para llevar a cabo estas actividades se contó con el apoyo del personal de intendencia de la institución.

4.2.2 Generación per-cápita

Este dato de la generación per-cápita sirve para estimar la cantidad de residuos generados por habitante por día. Se determinó utilizando el parámetro de los kilogramos de residuos generados cada día y se dividió entre la población total de la institución.

4.2.3 Cuarteo

El objetivo fue obtener una muestra representativa de los residuos sólidos generados en la institución, examinando su composición y proceder a su caracterización de subproductos. Los días 25 y 27 de febrero de 2020 se realizaron las dos muestras de cuarteo.

Para realizar el cuarteo se eligió una superficie plana, delimitando un cuadro de 3 x 3 metros (ver figura 7), dentro de esta área se procedió a vaciar los residuos sólidos generados durante el día, estos provenían de los salones, oficinas, laboratorios, sanitarios, cooperativa, cocina y los patios (ver figura 8), ya vaciados se procedió a la homogenización con pala y se dividieron en cuatro partes iguales, se tomaron dos partes opuestas para ser retiradas, con estas se procederá a obtener el peso volumétrico. Las dos partes que se conservaron se utilizaron para determinar la composición en subproductos. Este mismo proceso se realizó en los dos cuarteos.

4.2.4 Composición y cuantificación de subproductos

Realizar la composición de los residuos sólidos es un dato muy importante para poder proponer su manejo más adecuado enfocado a la valorización.

Se retomaron las dos partes retiradas de residuos sólidos en el cuarteo, para realizar la cuantificación de subproductos. En la superficie delimitada, se procedió a limpiarla y vaciar los residuos antes mencionados, separándolos en grupos de características similares, en la tabla 6 se muestra la clasificación determinada de subproductos conforme a los residuos encontrados. Se procedió a pesar de forma individual cada grupo, al peso obtenido se le resta el peso de la bolsa donde estaban contenidos los residuos.



FIGURA 6. Bascula utilizada para el pesaje de los residuos sólidos.



FIGURA 7. Delimitación del área para realizar el cuarteo.



FIGURA 8. Muestra de los residuos generados.

TABLA 6. Clasificación de subproductos

Subproductos	
1.- Alimentos	11.- Toallas sanitarias
2.- Multicapas	12.- Madera
3.- PET	13.- Bolsas de plástico
4.- Papel bond	14.- Papel aluminio
5.- Polietileno alta densidad (PEAD)	15.- Envolturas de dulces
6.- Fomi	16.- Popotes
7.- Cartón	17.- Hojarasca y residuos de jardín
8.- Papel higiénico	18.- Otros
9.- Vidrio	19.- Residuos finos
10.- Bolsas metalizadas	20.- Unicel
21.- Pilas	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Peso volumétrico

En base a la norma NMX-AA-19-1985 se realizó la determinación del peso volumétrico (peso volumétrico “in situ”). Para lo cual se utilizó el depósito de basura más grande, se procedió a pesarlo vacío, se le determinaron sus medidas a fin de obtener su volumen (ver anexo 1).

Se realizó el llenado de este hasta el tope, utilizando los residuos homogenizados, después se golpeó contra el suelo en tres ocasiones, realizando esta acción desde una altura de 10 cm a fin de lograr un mejor acomodo de los residuos al interior. Se agregaron más residuos para volver a tener los residuos al tope, sin presionarlos al colocarlos al interior del tambo.

Concluido este proceso, se procedió a pesar el tambo con los residuos, al peso obtenido se le resto el peso del depósito vacío, para obtener el peso neto. Conociendo el volumen que ocuparon los residuos sólidos y el peso neto, se aplica la ecuación del peso volumétrico, con la relación siguiente:

$$Pv = \frac{P}{v}$$

Donde:

Pv = peso volumétrico (kg/m^3)

P = peso de los RSU (kg)

V = volumen de los RSU (m^3)

4.3 Etapa 3. Generación de la propuesta del plan de Manejo.

Se realizó el análisis de los resultados obtenido en el estudio de generación, composición de residuos y peso volumétrico.

Se generaron estrategias de minimización, valorización y aprovechamiento de los residuos de acuerdo con las condiciones e infraestructura con la que cuenta la institución educativa.

Se propuso un plan de manejo, atendiendo la legislación vigente y aplicable en materia de residuos sólidos urbanos de la Ciudad de México, así como la norma NOM-161-SEMARNAT-2011.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Etapa 1. Recopilación de la información

5.1.1 Ubicación del lugar

El Instituto Estado de México se encuentra ubicado en calle Floresta #134 Col. Clavería, en la alcaldía Azcapotzalco C.P. 02070 CDMX, figura 9.



FIGURA 9. Ubicación del Instituto Estado de México
Fuente: Datos del mapa © 2020Google Earth, INEGI.

5.1.2 Descripción del lugar

El Instituto Estado de México tiene una superficie de 2,390 m² conformados por 26 aulas, 2 laboratorios, 2 oficinas administrativas, 1 biblioteca, 1 cafetería, 1 cooperativa y 6 sanitarios. Cuenta con una población de 33 alumnos de Preescolar, 140 alumnos de Primaria, 120 alumnos de Secundaria y 24 de personal docente.

5.1.3 Manejo actual de los residuos

En el primer acercamiento con la dirección del Instituto, comenta que los residuos son recolectados de forma diaria y parcialmente separados por los ayudantes de limpieza al final de la jornada. Los residuos se almacenan temporalmente en un área previamente destinada, donde permanecen hasta ser recolectados por el servicio de limpia.

La recolección interna de los residuos es de forma diaria utilizando un depósito o bote por salón, laboratorio, oficina, etc. según el caso. No existe la separación de los residuos desde su recolección inicial. Todos los depósitos o botes son recolectados y vertidos a los tambores de mayor de capacidad, haciendo una

separación preliminar de residuos orgánicos e inorgánicos. En los inorgánicos se realiza actualmente una selección de cartón y PET. El servicio de recolección retira los residuos orgánicos e inorgánicos en el mismo día y recorrido.

En el recorrido al interior de las instalaciones del Instituto, se constató que, en cada una de las aulas, laboratorios, sanitarios, oficinas, etc. se localiza un solo depósito para la disposición de los residuos sin separación alguna, mezclándose los mismos desde su generación. En el anexo 1 se incluye una tabla donde se indican la ubicación, tipo y cantidad de los depósitos utilizados para los residuos. La figura 10 muestra el área destinada para el acopio de los residuos y en donde permanecen antes de ser recolectados por el servicio de limpieza.



FIGURA 10. Área de acopio de los residuos generados.

5.1.4 Evaluación de las encuestas realizadas en el Instituto

Se llevaron a cabo dos tipos de encuestas (anexo 3), una destinada a los alumnos, y otra destinada a los docentes y el personal administrativo. Éstas tenían el objetivo de conocer la percepción sobre los residuos sólidos urbanos generados, con el fin de identificar qué son, cómo se clasifican, cuál es el impacto de éstos sobre el ambiente, su destino final y cuál es su interés en participar en un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan en el Instituto.

Con base en los resultados de las encuestas, el 88% de los alumnos, y el 92% de los docentes y administrativos consideran que residuos y basura corresponden a lo mismo. Este desconocimiento de las definiciones es uno de los factores que puede complicar la implementación de forma adecuada de los programas de manejo de residuos.

El 100% de alumnos, docentes y administrativos indicó que los residuos orgánicos son los restos de comida. Identificaron adecuadamente los residuos inorgánicos y el ejemplo más mencionado fue las botellas de plástico con un 92% entre alumnos y 95% por parte de docentes y administrativos. El no conocer las diferencias entre residuos orgánicos e inorgánicos contribuye a una mala separación de éstos desde el origen, ocasionando que ciertos residuos puedan no ser aprovechados.

El 100% de los dos grupos encuestados indicó que no se separa los RSU en el Instituto.

El 98% de docentes y administrativos desconoce la existencia de la legislación ambiental aplicable a los residuos sólidos urbanos.

El 100% de los entrevistados alumnos, docentes y administrativos considera que los RSU generados contaminan el ambiente, pero no tiene una idea clara de cómo sucede esto.

El 100% de alumnos, docentes y administrativos está dispuesto en participar en un programa de capacitación y manejo de residuos sólidos urbanos.

El 89% de alumnos y el 78% de docentes y administrativos, desconocen el destino final de los residuos sólidos. El desconocer esta información, contribuye a que se generen residuos indiscriminadamente y se tenga una gran indiferencia por el tema de los residuos.

5.2 Etapa 2. Estudio de campo

5.2.1 Determinación de la generación

El estudio de generación se realizó del 24 al 28 de febrero de 2020, en la tabla 7 se muestran los resultados que se obtuvieron de la generación por día.

TABLA 7. Residuos generados por día

Día	1	2	3	4	5
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Turno	24 feb 20	25 feb 20	26 feb 20	27 feb 20	28 feb 20
Matutino	14.38	15.72	17.59	16.81	17.14
Total	14.38	15.72	17.59	16.81	17.14

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11, se indica la generación de residuos generados por día, se identifica que el tercer día, el 26 de feb 2020 se recibió la mayor cantidad de residuos **17.59 kg**.

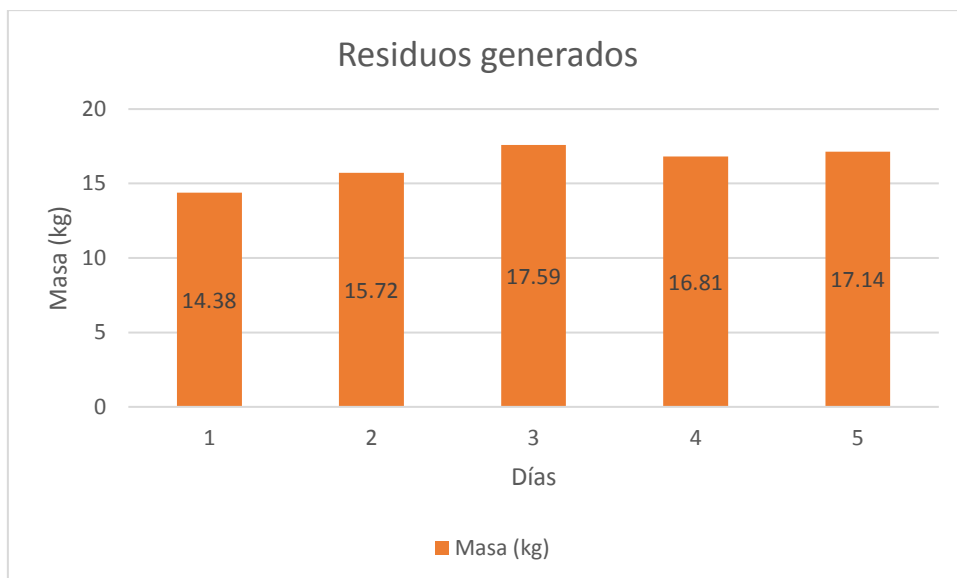


FIGURA 11. Residuos generados por día.

5.2.2 Generación per-cápita

La población del Instituto es de 317 personas, se determina en la tabla 8 le generación per-cápita por día y por semana.

TABLA 8. Generación per-cápita por día

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Promedio semanal
	8 feb 20	8 feb 20	8 feb 20	8 feb 20	8 feb 20	
	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	
Generación Per-cápita	0.045	0.049	0.055	0.053	0.054	0.051

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la LGPGIR, los grandes generadores de residuos son aquellos que superan los 50 kg diarios y están obligados a contar con planes de manejo, el Instituto no entra en esta clasificación, ya que la tendencia determinada en la generación de residuos sólidos diarios es menor a 50 kg, lo anterior no limita la posibilidad de implementar las medidas para minimizar y mejorar el manejo de los residuos sólidos que ahí se generan.

5.2.3 Composición y cuantificación de subproductos

En la tabla 9 se indica la composición de los subproductos, se indican los valores promedio determinados en los dos cuarteos, así como la equivalencia del porcentaje en masa. En las figuras 12 y 13 se muestran algunos de los subproductos obtenidos de la clasificación y cuantificación correspondiente.



FIGURA 12. Muestra de subproductos



FIGURA 13. Muestra de subproductos

TABLA 9. Masa promedio y porcentaje de subproductos de los dos cuarteos

Subproductos	Promedio masa (kg)	Porcentaje en masa (%)
1.- Alimentos	2.830	16.080
2.- Envases Multicapas	2.520	14.320
3.- PET	2.480	14.090
4.- Papel bond	2.210	12.560
5.- Polietileno alta densidad (PEAD)	1.900	10.800
6.- Fomi	1.400	7.950
7.- Cartón	1.180	6.700
8.- Papel higiénico	0.660	3.750
9.- Vidrio	0.430	2.440
10.- Bolsas metalizadas	0.360	2.050
11.- Toallas sanitarias	0.210	1.190
12.- Madera	0.200	1.140
13.- Bolsas de plástico	0.200	1.140
14.- Papel aluminio	0.180	1.020
15.- Envolturas de dulces	0.160	0.910
16.- Popotes	0.150	0.850
17.- Hojarasca y residuos de jardín	0.130	0.740
18.- Otros	0.130	0.740
19.- Residuos finos	0.120	0.680
20.- Unicel	0.110	0.630
21.- Pilas	0.040	0.230
Total	17.590	100.000

Fuente: Elaboración propia.

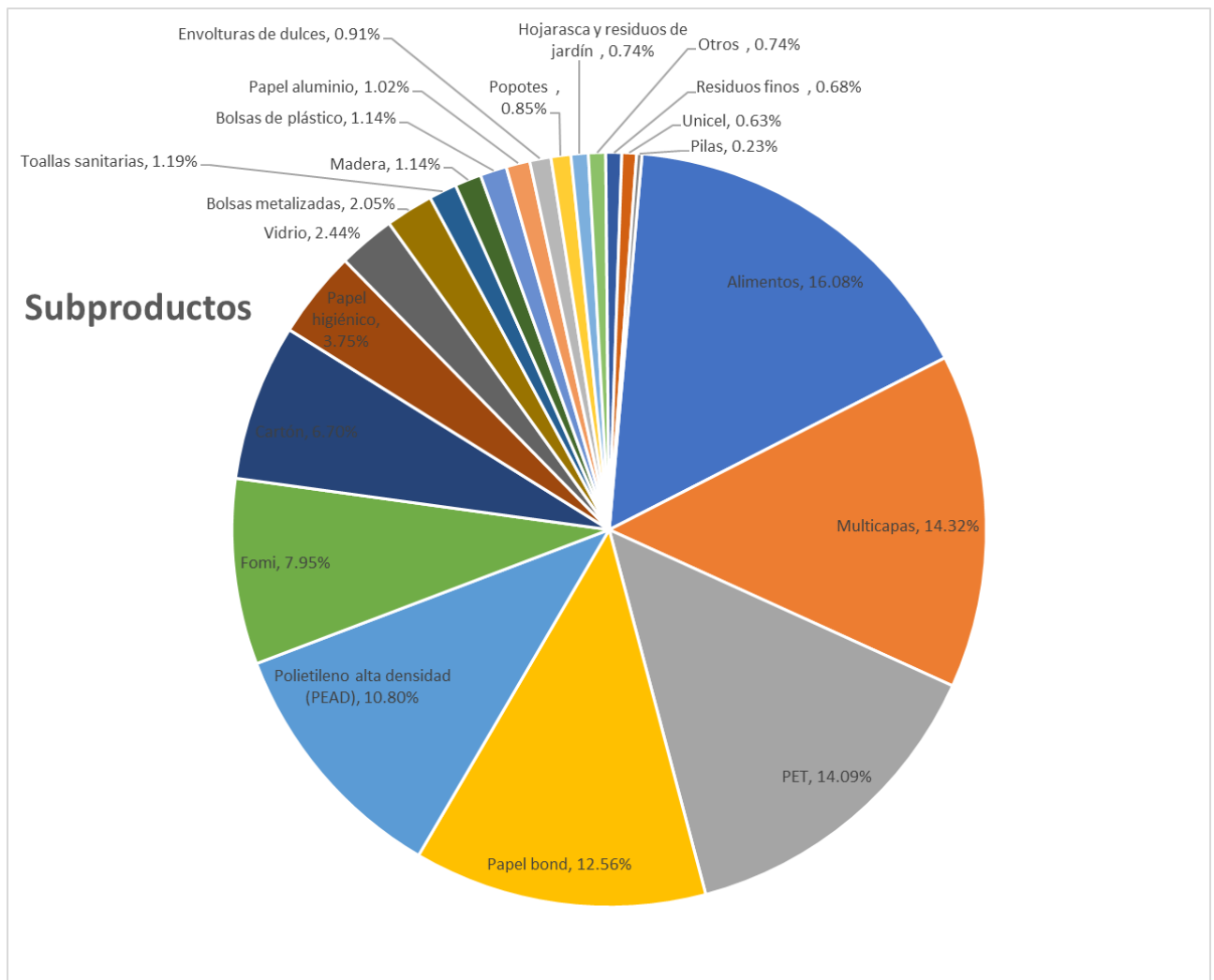


FIGURA 14. Porcentaje de subproductos de los dos cuarteos

La figura 14 representa los porcentajes de subproductos que conformaron una muestra analizada, los residuos que se presentan con mayor porcentaje son: alimentos (16.08%), envases multicapas (14.32%), PET (14.09%), papel bond (12.56%) y polietileno de alta densidad (10.80%), las sumas de estos porcentajes corresponden aproximadamente al 67.84% de los residuos totales generados en el Instituto, algunos presentan un valor económico, tal es el caso del PET, papel y cartón. Es recomendable realizar acciones para lograr su recuperación.

En el caso del PET y el cartón, es posible realizar la venta para su reciclaje, en el caso del papel bond, es posible venderlo, sin embargo, estará en función del estado en el cual se encuentre (sucio, color, textura), por lo cual su recuperación es un tanto complicada. Con la materia orgánica es posible realizar composta y utilizarse en áreas verdes cercanas.

5.2.4 Peso volumétrico

En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos para el cálculo del volumen del recipiente y el peso volumétrico de los residuos. En el anexo 1 se encuentra el detalle de los cálculos.

TABLA 10. Volumen del recipiente y peso volumétrico

Día	Volumen del recipiente (m ³)	Peso volumétrico (kg/m ³)
1	0.216	40.720

Fuente: Elaboración propia.

Con el peso volumétrico se obtiene un parámetro para el diseño de contenedores y definir el lugar de almacenamiento temporal de los residuos, con esto se logra dimensionar el espacio que será ocupado por los residuos. Se determinó el peso volumétrico promedio en: **40.72 kg/m³**

5.3 Etapa 3. Propuesta del Plan de Manejo

A continuación, se propone un plan de manejo de RSU tendiente a la minimización y valorización de los residuos de acuerdo con las condiciones de la infraestructura con las que se cuenta en la institución educativa.

5.3.1 Información general

- I. **Nombre, denominación o razón social del solicitante:** Instituto Estado de México, alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México
- II. **Nombre del representante legal:** Leticia Ortiz Muñoz
- III. **Domicilio para oír y recibir notificaciones:** Calle Floresta #138 Col. Clavería, alcaldía Azcapotzalco. C.P. 02060 Ciudad de México
- IV. **Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial:** Colectivo y de ámbito local

- V. **Residuo(s) objeto del plan:** Residuos Sólidos Urbanos.

5.3.2 Diagnóstico del Residuo:

I. Cantidad de residuos generados

En promedio al día se generan 17.590 kilogramos de residuos. La generación per-cápita es de 0.053 kg/día/hab.

- II. La información relacionada con composición y manejo actual de los residuos se encuentra en los incisos 5.1 y 5.2.

5.3.3 Formas de manejo integral propuestas para el residuo

Alimentos

Los alimentos representan el mayor porcentaje en peso, no así en volumen. Éstos pueden aprovecharse en la elaboración de composta.

Envases Multicapas

Este material fue el de mayor porcentaje en cuanto a productos que pueden ser susceptibles de valorización, se sugiere destinar depósitos exclusivos en las áreas abiertas, debidamente señalizados y del color específico para indicación de envases reciclables, con la intención de minimizar el trabajo de selección de entre todos los residuos generados.

Tereftalato de polietileno (PET)

Al ser el PET el segundo material que se generó, con un porcentaje de 14.09%, se sugiere destinar depósitos exclusivos para este material en las áreas abiertas, a fin de lograr separarlo desde su origen y minimizar el trabajo de selección.

Una vez separado, será posible realizar su venta o donación a algún programa de reciclaje.

Papel bond

Se propone realizar una campaña informativa sobre el buen uso del papel, es decir, se motivará a los estudiantes a dar un buen uso a las hojas y evitar su desperdicio o mala utilización que genera el desecharlas.

Polietileno de alta densidad (PEAD)

Éste es otro de los materiales que son susceptibles de valorizar actualmente, de igual forma se sugiere sea colocado en los depósitos para envases reciclables y lograr una selección previa desde su generación.

5.3.4 Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo

- 1.- Involucrar a todos los alumnos y personal del Instituto para la gestión adecuada de los residuos sólidos, enfatizando la minimización y maximizando la valorización de los residuos generados, aplicando técnicas de separación en la fuente, recolección selectiva, reciclaje y reuso.
- 2.- Concientizar a la comunidad del Instituto con respecto a la importancia de minimizar y separar los RSU generados dentro de la institución, llevando a cabo periódicamente talleres y campañas de cultura ambiental.

3.- Fomentar hábitos de consumo moderado para disminuir la generación de RSU.

5.3.5 Destino final del residuo nacional o internacional

La fracción orgánica se enviará a un compostero que se ubicará fuera del Instituto.

Los residuos susceptibles de reciclaje y reuso se podrán enviar a los centros de acopio cercanos al Instituto.

La fracción de residuos no recuperables, los cuales representan un 38% del total de los residuos generados, serán entregados al servicio de recolección proporcionado por la alcaldía. Una vez recolectados, serán trasladados a la estación de transferencia, la secuencia posterior será: plantas de selección, compactadoras y sitio de disposición final.

5.3.6 Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo

a) Separación en la fuente

En el Instituto no se realiza la separación de los RSU, por lo cual no hay contenedores para los diferentes tipos de residuos; por lo anterior, se propone incorporar los depósitos necesarios con los tres colores siguientes: verde para los residuos orgánicos, gris para los residuos reciclables y anaranjado para los residuos no reciclables.

Los depósitos serán rotulados con los iconos que se indican en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Se muestra la iconografía en la figura 15.



FIGURA 15. Iconografía
Fuente: SEMARNAT (n-d)

Se muestra en la tabla 11 la lista de los residuos que se recomienda depositar en cada contenedor.

TABLA 11. Separación de residuos
Fuente de imágenes: SEDEMA, 2020

Residuos orgánicos	Residuos reciclables	Residuos no reciclables
<p>Residuos de jardinería: Flores, pasto, hojarasca, ramas</p> <p>Residuos de alimentos: Restos de pan, verduras y frutas Servilletas</p>	<p>Papel Cartón Vidrio Metales Textiles Maderas Envases multicapa Latas de aluminio</p>	<p>Residuos sanitarios Pañuelos usados Papel de baño Toallas sanitarias Curitas Cinta plástica Papel encerado Celofán Poliestireno expandido (unicel) Bolsas metalizadas Hule Bolígrafos Plumones Lápices</p>
 <p>ORGÁNICOS Restos de comida o de jardinería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Huesos • Cascarán de huevo • Restos de verduras, hortalizas y frutas • Residuos de jardinería: hojarasca y ramas • Restos de café y té (incluidos filtros de papel) 	 <p>INORGÁNICOS RECICLABLES Pueden usarse para producir nuevos artículos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vidrio • Metales • Plásticos • Papel y cartón • Ropa y textiles • Envases tetrapack 	 <p>INORGÁNICOS NO RECICLABLES Residuos difíciles de reciclar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colillas de cigarro • Toallas sanitarias • Bolsas de frituras • Poliestireno expandido (unicel) • Curitas • Calzado

En los patios y en los accesos a las áreas administrativas, se distribuirán los contenedores de mayor capacidad.

Al interior de las aulas y laboratorios, se colocarán depósitos de color anaranjado, considerando que, dentro de las aulas; no se debieran generar residuos orgánicos, ocasionalmente se podría tener algún envase. Se espera más bien captar una mayor cantidad de residuos no reciclables, como: papel, lápices, bolígrafos entre otros, los cuales son poco susceptibles de valorizar.

En las áreas abiertas del Instituto se dispondrán de los contenedores de color gris, para que se depositen en ellos los materiales reciclables ya mencionados. Junto a ellos se instalarán los contenedores de color verde para recuperar los residuos orgánicos que se generan al momento de que los alumnos consumen sus alimentos. Junto a las áreas verdes se instalará otro contenedor de color verde para la recolección de los residuos que se llegaran a generar al realizar la poda de la vegetación.

b) Reciclables

Para los residuos recolectados en los contenedores de color gris, deberá realizarse una selección y separación de acuerdo con el tipo de material. Los principales y que son más factibles de comercializar son papel, cartón y PET. Se buscarán a proveedores interesados en realizar la compra de estos residuos y se definirá el periodo de recolección.

c) Composta

Con los residuos orgánicos será posible convertirla en composta a fin de utilizarla en las áreas verdes dentro del Instituto o en alguno de los parques cercanos. Para realizar la composta se solicitará el apoyo del Centro Verde Azcapotzalco, ubicado en Av.22 de febrero # 440 Col. San Marcos. La función del Centro es promover la conciencia del cuidado del ambiente. Una vez elaborada la composta se entregará al personal de apoyo del Instituto para que proceda a utilizarla de forma adecuada.

d) Vigencia y operatividad

Para mantener su vigencia y operatividad, el plan de manejo debe ser actualizado cada año o cuando exista una modificación en el ámbito legal o normativo que tenga implicaciones en su contenido, a fin de adecuarse a las necesidades de prevención y gestión integral de los residuos en contextos temporales o locales.

Para la actualización del plan de manejo, la directora del Instituto convocará al comité, el cual deberá emitir sus opiniones en consultas, contando con la participación de los docentes, personal administrativo y alumnos.

Con la finalidad de generar elementos de control de la gestión de los residuos del plan de manejo, se establece el formato respectivo, que deberá ser llenado por el docente responsable del plan de manejo.

El formato deberá incluir lo siguiente:

- a) Fecha de registro
- b) Nombre del residuo
- c) Cantidad
- d) Nombre y firma del responsable

Para controlar y monitorear el destino de los residuos, se establece un formato en donde se debe especificar el destino de los residuos generados, así como la forma de almacenamiento en sitio y su permanencia.

Para evaluar el cumplimiento con los indicadores de manejo de residuos, se establece un formato en el que se registre la generación, mismo que podrá ser medido por mes o los periodos que proponga el responsable del plan de manejo.

Además, se realizará su respectivo análisis estadístico para visualizar el residuo o residuos con el que se tenga un problema para poder separarlo.

5.3.7 Participantes del plan y sus actividades

En la tabla 12 se muestran las actividades propuestas a llevar a cabo para el adecuado desarrollo del Plan de Manejo, así como los responsables de llevarlas a cabo.

TABLA 12. Responsabilidades y participantes del Plan de Manejo

Participantes	Actividades
Directora	Formar un comité con los representantes de la comunidad escolar. Nombrar al docente responsable del correcto desarrollo del Plan de Manejo. Facilitar los requerimientos para desarrollar el Plan de Manejo (espacios, recursos y equipos) y asignar responsabilidades.
Docentes	Difundir a la comunidad estudiantil la forma de separación de los residuos objeto de este plan. Incluir actividades que involucren a los estudiantes en el cuidado del medio ambiente.
Docente responsable del Plan de Manejo	Desarrollar, verificar el cumplimiento, evaluar y proponer mejoras al Plan de Manejo
Alumnos	Depositar en los contenedores los residuos de acuerdo con la clasificación propuesta. Cuidar los recipientes designados para la recolección. Involucrarse en las actividades propuestas en el programa de separación. Participar activamente en la elaboración y difusión de las campañas de concientización.
Comité	Realizar la difusión del programa de separación y estrategias propuestas en el plan. Involucrar a la comunidad estudiantil en las actividades.
Personal administrativo	Elaboración y colocación estratégica de carteles que muestren la correcta disposición de los residuos de acuerdo con el plan de manejo.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.8 Mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general

1. Organización periódica de exposiciones y campañas de educación ambiental, a fin de concientizar y sensibilizar a la comunidad de la institución, basado en los siguientes temas:

- Definición de residuo sólido urbano.
- Destino final de los residuos sólidos urbanos.
- Impacto al ambiente que se presenta al generar residuos.
- Estrategias para minimizar la generación de residuos.

- Separación de los residuos sólidos urbanos.
 - Beneficios ambientales y sociales por la separación de los residuos.
 - Clasificación y separación de los residuos sólidos urbanos en el Instituto.
2. Elaboración de carteles donde se proporcione la información de cómo separar los residuos.
 3. Etiquetado de los depósitos para los diferentes tipos de residuos generados.
 4. Talleres para el manejo de los residuos sólidos urbanos

Se podrá impartir talleres por profesionistas enfocados en el área ambiental, dirigidos a los alumnos, y al personal docente, administrativos y de apoyo, con el objetivo de informar a la comunidad la definición de un residuo sólido urbano, su clasificación, su manejo adecuado de acuerdo con la norma ambiental NADF-024-AMBT-2013, haciendo énfasis en como la generación y su mala disposición afecta al ambiente.

Los talleres se dividirán en dos etapas: concientización y manejo de los residuos sólidos urbanos en el Instituto.

Etapa 1. Concientización

Se debe enfatizar que el cambio de actitud de los individuos con respecto al ambiente no es posible lograrlo de manera inmediata. En la educación ambiental como proceso de enseñanza – aprendizaje se identifican tres niveles: **a.** Sensibilizar para motivar y despertar el interés de algún problema determinado partiendo del intercambio de conocimientos y experiencias de quienes participan, apoyándose de diferentes medios (entrevistas, cursos, debates, pláticas) así como materiales (impresos, audiovisuales). **b.** Con la sensibilización, se logra la reflexión, gracias a la información y al intercambio de experiencias, el resultado es la generación del cambio de actitud. **c.** Por último, se tiene la concientización, que es el compromiso activo de la participación consciente y permanente, manifestándose en una nueva forma de vida logrando una relación respetuosa y armónica con la naturaleza (SEMARNAT, 2001).

No se podrán obtener buenos resultados de participación de la población en un programa de separación de residuos si ésta no cuenta con la información suficiente. Es primordial e indispensable que la población del Instituto conozca el tema de los residuos a fin de poder minimizarlos y darles el manejo adecuado.

Etapa 2. Manejo de los residuos sólidos urbanos en el Instituto

Una vez difundida la información correspondiente a los residuos sólidos urbanos, se invitará a los asistentes a realizar una clasificación de los RSU

de una muestra seleccionada, a fin de que sean depositados en tres diferentes contenedores.

Se deberán clasificar en orgánicos, inorgánicos susceptibles a ser reciclados e inorgánicos que no podrán ser reciclados. Se determinará un color específico: verde para los residuos orgánicos, gris para los residuos que es posible reciclar y anaranjado los residuos que no se podrán reciclar.

Esta clasificación de los residuos sólidos urbanos y color de los contenedores se determinará en base a la norma NADF-024-AMBT-2013.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Este proyecto tuvo como objetivo elaborar la propuesta del plan de manejo de residuos sólidos urbanos (PMRSU) para el Instituto Estado de México, con la finalidad de contribuir con un manejo integral de los RSU generados en el plantel, utilizando las herramientas y conocimientos adquiridos durante la formación académica de ingeniería ambiental.

El Instituto alberga más de 300 personas diarias por 8 horas continuas de trabajo, esto significa que durante este periodo en el cual se desarrollan las actividades, se generan una cantidad significativa de residuos. Algunos de estos residuos pueden ser susceptibles de valorización, como el PET, papel, cartón, envases multicapas y aluminio, sin embargo, por desconocimiento de los beneficios ambientales en la comunidad escolar, no se implementan estrategias y/o actividades que ayuden a minimizar y a su vez aprovechar estos residuos.

Se llevaron a cabo dos estudios de generación en las instalaciones del Instituto con el fin de determinar el tipo, cantidad total y per cápita de los residuos generados. El resultado fue la base para plantear las estrategias de valorización y minimización, campañas de difusión de la información necesaria para fomentar buenas prácticas de operación y ayudar a identificar las áreas de oportunidad, lo cual permite que la comunidad se involucre en el PMRSU propuesto.

Con los resultados de los estudios de campo permitieron determinar los residuos que más se generaron: materia orgánica, envases multicapas, PET, papel bond y polietileno de alta densidad (PEAD), los cuales corresponden al 67.84% de los residuos totales generados dentro del Instituto, algunos de los cuales pueden presentar un valor económico, por lo cual es recomendable realizar las acciones para su recuperación y minimización. Para el caso de los envases multicapas, PET, papel bond y polietileno de alta densidad (PEAD) es posible venderlos para su reciclaje, con la materia orgánica se podrá realizar composta.

Realizando periódicamente las campañas de difusión para minimizar los residuos y con el manejo adecuado de éstos, se permitirá reducir la cantidad generada, beneficiando al ambiente, al disminuir los residuos que se llegaran a depositar en un relleno sanitario.

Al contar con contenedores para diferentes tipos de residuos no se garantiza el eficiente manejo de los residuos, por lo cual es indispensable la implementación de talleres periódicos de concientización del manejo de los residuos sólidos para que la población del Instituto se interese por el tema de los residuos y encuentren una motivación para aplicar las prácticas de minimización y separación de los residuos.

Con el fin de resolver el problema de los residuos dentro del Instituto, se crea el plan de manejo, con los objetivos principales siguientes:

- Concientizar a la comunidad escolar del Instituto de la importancia sobre minimizar y separar los residuos los residuos sólidos urbanos dentro del Instituto.
- Involucrar a la comunidad escolar a realizar la separación de los residuos.

El cumplimiento y desarrollo adecuado del PMRSU dependerá del interés y de la participación de la comunidad escolar del Instituto. Los beneficios ambientales que se podrán obtener con la gestión de los RSU son importantes. Los beneficios ambientales que se pueden obtener a partir de la gestión adecuada de los RSU son relevantes. Estos beneficios pueden ir en aumento al servir como ejemplo para que autoridades gubernamentales y educativas locales implementen sus PMRSU.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa Ramírez L. y Fernández García A. (2017). Propuesta de Investigación de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental. UAM – A. Trimestre 17-P. Ciudad de México. 2017.

Colomer M. y Gallardo A. (2007). Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Universidad Politécnica de Madrid. España.

INEGI (2011). Informe 2011. Actividades y Resultados, nd., Aguascalientes, México.

INEGI (2016). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2016. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos, nd., Aguascalientes, México.

LGEEPA (2012) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. DOF. 08 diciembre 2014.

LGPGIR (2003) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. DOF. 19 enero 2018.

SCFI (1992). Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente. Contaminación del suelo. Residuos sólidos municipales. Muestreo. Método de cuarteo. DOF 6 noviembre, México, D.F.

SCFI (1992). Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al ambiente. Contaminación del suelo. Residuos sólidos municipales. Peso volumétrico “in situ”. DOF 6 noviembre, México, D.F.

SCFI (1992). Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al ambiente. Contaminación del suelo. Residuos sólidos municipales. Selección y cuantificación de subproductos, DOF 6 noviembre, México, D.F.

SCFI (1992). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente. Contaminación del suelo. Residuos sólidos municipales. Determinación de la generación, DOF 6 noviembre, México, D.F.

SEDEMA (2014). Programa de acción climática de la ciudad de México. nd, México, D.F.

SEDEMA (2015) NADF-024-AMBT-2015 Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal, GODF 8 julio 2015.

SEDEMA (2017). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Distrito Federal, GODF 02 noviembre, México, D.F.

SEDEMA (2018). Inventario de Residuos Sólidos CDMX (IRS). México. 2018.

SEDEMA (2020). Residuos Sólidos. Recuperado el 20 junio de 2020.
<https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/residuos-solidos>

SEMARNAT (2015). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Capítulo 7. Residuos. nd, Ciudad de México.

SEMARNAT (2017a). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Capítulo 7. Residuos. nd, Ciudad de México.

SEMARNAT (2017b). Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2017-2018. (PNPGIR) nd, Ciudad de México.

SEMARNAT (2018a). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. DOF 19 enero, Ciudad de México.

SEMARNAT (2018b). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Capítulo 7. Residuos. nd, Ciudad de México.

Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. (1994). Gestión Integral de Desechos Sólidos. Editorial Mc Graw Hill. Madrid.

ANEXOS

Anexo 1. Cantidad y distribución de los depósitos de residuos.

Ubicación	Número de contenedores
26 aulas	26 contenedores de aproximadamente 8 a 10 litros, similares al de la figura 16, uno por cada aula.
2 laboratorios	2 contenedores de aproximadamente 8 a 10 litros, similares al de la figura 16, uno por cada laboratorio.
1 biblioteca	1 contenedor de aproximadamente 8 a 10 litros, similar al de la figura 17.
2 oficinas	2 contenedores de aproximadamente 8 a 10 litros, uno por cada oficina.
1 cafetería	1 contenedor de aproximadamente 8 a 10 litros.
1 cooperativa	1 contenedor de aproximadamente 8 a 10 litros.
6 sanitarios	24 contenedores de aproximadamente 4 a 16 litros.



FIGURA 16. Deposito ubicado en aulas



FIGURA 17. Deposito ubicado en biblioteca

Anexo 2. Cálculo del volumen y peso volumétrico

Volumen del deposito

$$V = \pi r^2 h$$

Dónde:

V = volumen (m³)

r = radio (m)

h= altura (m)

Datos obtenidos:

r=0.355 m

h=0.74 m

Sustituyendo:

$$V = \pi (0.355)^2 (0.74) = 0.216 \text{ m}^3$$

Volumen del deposito

$$Pv = \frac{P}{v}$$

Dónde:

Pv = peso volumétrico del residuo (kg/m³)

P = peso de los residuos sólidos (peso bruto – tara) (kg)

v = volumen (m³)

Prueba	Tambo Vacío (tara) Ti	Tambo con residuos (Peso bruto) Tf	Peso neto de los residuos (Tn) Tn = Tf - Ti	Volumen del deposito	Peso volumétrico
1	10.26	27.85	17.59	0.216	40.72

Peso volumétrico promedio: 40.72 kg/m³

Anexo 3. Encuestas

Encuesta para alumnos

1. ¿Basura y residuo son lo mismo?
a) Sí b) No ¿En qué son diferentes?
2. ¿Qué consideras como basura orgánica e inorgánica?
3. ¿Separan la basura en el Instituto?
a) Sí ¿Cómo la separan? b) No
4. ¿Sabes a dónde va la basura que se genera en el Instituto?
a) Sí b) No
5. ¿Consideras que separar la basura ayudaría en algo?
a) Sí b) No
6. ¿La generación de basura afecta el ambiente?
a) Sí b) No
7. ¿Estás dispuesto a separar la basura que se genera en tu escuela?
a) Sí b) No

- b) Comercializadores de materiales reciclables
- c) Relleno sanitario
- d) Estación de transferencia
- e) Tiradero de basura controlado

9. ¿Qué pasa con los residuos que generan la cafetería y cooperativa?

10. ¿Se le facilita el acceso a algún pepenador?

- a) Sí
- b) No

11. ¿Quién es el responsable de coordinar al personal involucrado en la limpieza y manejo de residuos del plantel?

12. ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos mezclados se entregan a los servicios recolectores públicos o privados y cuánto se paga por ello?

13. ¿Qué cantidad total de materiales valorizables se están recuperando para su comercialización y, en su caso, que ingresos se obtienen de ello?

14. ¿Alguno de los residuos sólidos se están valorizando actualmente (papel, cartón, plásticos, vidrio, aluminio, otros)?

15. ¿Se están aprovechando internamente los residuos orgánicos húmedos para hacer composta y si es el caso, la cantidad que se aprovecha a la semana o mes?
