



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo

Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad

Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen:
El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México

TESIS

Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias presenta:

Ing. Rosalba Esther Morales Pérez

Dirigida por:

Dra. Rosa Laura Meraz Cabrera

México, D.F., diciembre de 2011.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, Distrito Federal siendo las 13:00 horas del día 06 del mes de diciembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del CIEMAD-IPN para examinar la tesis titulada:
"Planes de Manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México"

Presentada por la alumna:

Morales Pérez Rosalba Esther
Apellido paterno Apellido materno Nombre(s)
Con registro:

A	1	0	0	0	9	6
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestro en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis


DRA. ROSA LAURA MERAZ CABRERA


M. en C. BLANCA ESTELA GUTIÉRREZ BARBA


M. en C. MARÍA DE LA LUZ VALDERRÁBANO ALMEGUA


DR. ADOLFO MEJÍA PONCE DE LEÓN


DR. CARLOS FELIPE MENDOZA

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


DRA. NORMA PATRICIA MUÑOZ SEVILLA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CIEMAD DIRECCION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 06 del mes de diciembre del año 2011, la que suscribe Rosalba Esther Morales Pérez alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad con número de registro A100096, adscrita al CIEMAD-IPN, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Rosa Laura Meraz Cabrera y cede los derechos del trabajo intitulado Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección rosalbaesther@yahoo.com.mx, rmerazc@ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Rosalba Esther Morales Pérez
Nombre y firma

Dedicatoria

A la memoria de mis padres

Agradecimientos

A la Dra. Rosa Laura Meraz Cabrera, Directora de tesis por su valiosísimo apoyo durante el desarrollo de esta tesis y por compartirme su conocimiento y experiencia profesional

Al Instituto Politécnico Nacional por haberme otorgado las becas Institucional y del Programa Institucional de Formación de Investigadores durante el periodo del Programa de la Maestría

A las autoridades del Fideicomiso Central de Abasto del Distrito Federal por permitirme realizar el trabajo de campo. Muy especialmente al Ing. Oscar Octavio Culveaux Santos, Gerente de limpia, transporte y equipo, así como a su personal por el apoyo brindado durante los recorridos de campo

Al Lic. Francisco Rosas Rodríguez, Gerente administrativo de la “Central de Abasto de la Ciudad de México, A.C.”; a la Lic. Josefina Rodríguez, Gerente general de la “Unión de Comerciantes en Frutas, Legumbres, Abarrotes y Locales Comerciales de la Central de Abasto de la Ciudad de México, A.C.” y a la T. S. Zoila Paola Martínez de “Alimento para Todos, A.C.” por la información proporcionada

A Juan Ramón y a todos aquellos que con su saber local me aportaron valiosa información

A los miembros de la Comisión Revisora:

M. en C. Blanca Gutiérrez Barba
María de la Luz Valderrábano Almegua
Dr. Carlos Felipe Mendoza
Dr. Adolfo Mejía Ponce de León

A mis familiares y amigos por su apoyo incondicional

Índice

Glosario	1
Lista de figuras	4
Lista de tablas	6
Acrónimos y siglas	7
Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Planteamiento del problema	14
Justificación	16
Aporte de la Investigación	16
Hipótesis	16
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Capítulo 1.Marco conceptual	18
1.1 Contexto internacional	18
1.2 Contexto nacional	21
1.2.1 Marco legal general aplicable a planes de manejo	22
Capítulo 2.Metodología	27
2.1 Definición de las unidades de análisis y variables	28
2.2 La población del estudio	28
2.3 Exclusiones	28
2.4 Planeación de actividades	28
2.5 Guía metodológica	29
2.6 Diagnóstico	30
2.6.1 Técnicas e instrumentos de investigación de campo	32
2.7 Resultados	35

Capítulo 3. Diagnóstico	36
3.1 Generalidades del área de estudio	36
3.1.1 Antecedentes	36
3.1.2 Área de estudio	37
3.1.3 Marco jurídico del FICEDA	40
3.1.4 Aspectos socio-económicos	41
3.1.5 Actores sociales	45
3.2 Manejo de los residuos sólidos urbanos	47
3.2.1 Generación	47
3.2.2 Composición física	49
3.2.3 Flujo de los residuos sólidos urbanos	50
3.2.4 Organización y operación del servicio de limpia	98
3.3 Análisis del diagnóstico	101
3.3.1 Identificación de los problemas y sus oportunidades de acción	101
3.3.2 Identificación de los problemas y su causa	106
3.3.3 Aspectos críticos identificados	111
3.3.3.1 Área técnico - operativa	111
3.3.3.2 Área económico - financiera	112
3.3.3.3 Área de la salud	112
3.3.3.4 Marco regulatorio	113
3.3.3.5 Área ambiental	113
3.3.3.6 Área social y comunitaria	113
Capítulo 4. Estrategias del plan de manejo de los residuos sólidos urbanos en la CEDA	115
4.1 Línea estratégica: Comunicación y educación ambiental	116
4.1.1 Subprograma: Comunicación y educación ambiental	118
4.2 Línea estratégica: Separación en el origen	120
4.2.1 Subprograma: Almacenamiento	121
4.2.2 Subprograma: Separación y depósito	122
4.2.3 Subprograma: Sector informal	123
4.2.4 Subprograma: Recolección selectiva	125

4.3	Línea estratégica: Valorización de la fracción orgánica: tecnologías alternativas	126
4.3.1	Subprograma: Inventario de los residuos	129
4.3.2	Subprograma: Investigación científica y tecnológica para la valorización de la fracción orgánica	129
4.4	Línea estratégica: Coordinación interinstitucional	130
4.4.1	Subprograma: Fortalecimiento interinstitucional	131
4.5	Línea estratégica: Vigilancia	132
4.5.1	Subprograma: Monitoreo	132
Capítulo 5. Plan de acción a corto, mediano y largo plazo		136
5.1	Revisión y actualización del plan de manejo	139
Conclusiones		140
Recomendaciones		142
Referencias		143
Anexos		151
1.	Guía de observación	152
2.	Guía de entrevista semiestructurada	155
3.	Generación de RSU promedio mensual para 2009	156
4.	Parque vehicular asignado a la gerencia de limpia, transporte y equipo de la CEDA	157
5.	Valorización de la fracción orgánica: tecnologías alternativas. Aspectos técnicos y económicos de las tecnologías de compostaje y digestión anaerobia	158

Glosario

Almacenamiento selectivo o separado. La acción de depositar los residuos sólidos en los contenedores diferenciados

Aprovechamiento del valor o valorización. El conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales, mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios con lo cual no se pierde su valor económico

Biogás. El conjunto de gases generados por la descomposición microbiológica de la materia orgánica

Caracterización. Determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos sustentada en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que sirve para establecer los posibles efectos adversos a la salud y al ambiente

Composta. El producto resultante del proceso de composteo

Disposición final. La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos

Estaciones de transferencia. Las instalaciones para el trasbordo de los residuos sólidos de los vehículos de recolección a los vehículos de transferencia

Generación. La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo

Gestión integral. El conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final

Lixiviados. Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua

Manejo integral. Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, 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

Minimización. El conjunto de medidas tendientes a evitar la generación de los residuos sólidos y aprovechar, tanto sea posible, el valor de aquellos cuya generación no sea posible evitar

Pepena. La acción de recoger entre los residuos sólidos aquellos que tengan valor en cualquier etapa del sistema de manejo

Plan de manejo. El instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, 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

Reciclaje. La transformación de los materiales o subproductos contenidos en los residuos sólidos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico

Recolección. La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final

Recolección selectiva o separada. La acción de recolectar los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial

Residuos sólidos. El material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final

Residuos urbanos. Los generados en casa-habitación, unidad habitacional o similares 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 provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por la LRSDF como residuos de manejo especial

Responsabilidad compartida. El principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órganos de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social

Valorización. El principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el contenido energético de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica

Lista de figuras

Figura	Descripción
1	Esquema para la formulación de un plan director
2	Localización de la delegación Iztapalapa y la CEDA
3	Croquis de la CEDA
4	Generación promedio mensual para 2009 de los residuos sólidos urbanos en la CEDA
5	Diagrama de flujo de los residuos sólidos urbanos en la CEDA
6	Mercado de frutas y legumbres. Bodega con banda automática
7	Mercado de frutas y legumbres. Composición de los RSU
8	Mercado de frutas y legumbres. Residuos de bodegas de caña de azúcar
9	Mercado de frutas y legumbres. Lodos derivados de la limpieza de papa
10	Mercado de frutas y legumbres. Descarga de bodega directa a patios de maniobras
11 a	Mercado de frutas y legumbres. Contenedor de 17 m ³ identificado como R-2, se ubica entre las bodegas R-72 y R-74
11 b	Mercado de frutas y legumbres. Contenedor de concreto de 17 m ³ , situado en el andén "S" frente a las bodegas 95 y 97
12	Mercado de frutas y legumbres. Estructuras para la separación de RSU de un programa anterior, ubicadas en el andén Q-R al lado de la bodega R-122
13 a	Equipo de recolección de RSU. Camioneta grúa CK-213 de 5 m ³
13 b	Mercado de frutas y legumbres. Retiro de contenedor de 17 m ³ con sistema de arrastre por un camión de 17 m ³
14	Mercado de frutas y legumbres. Residuos depositados directamente al suelo cuando se retiran los contenedores de metal
15	Equipo de recolección de RSU. Retroexcavadora
16	Mercado de frutas y legumbres. Separación de materiales reciclables
17	Mercado de frutas y legumbres. Segregación de FO para consumo familiar
18	Mercado de flores y follaje. Área de estacionamiento, maniobras y venta al público
19	Mercado de flores y follaje. Parte techada del mercado de flores
20	Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos en contenedor de 17 m ³ , ubicado frente al Eje 5 Sur
21	Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos en contenedor de 5 m ³ , conocido como de rosas
22	Mercado de flores y follaje. Venta de Día de Muertos
23	Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos de calabaza en contenedor de 17 m ³ por la venta de Día de Muertos
24	Mercado de hortalizas. Área de productores de elotes
25	Mercado de hortalizas. Área de productores de cilantro, rábano y betabel
26	Mercado de hortalizas
27	Mercado de hortalizas. Residuos mezclados generados
28	Mercado de hortalizas. Recolección de residuos en el contenedor de lechugas para su envío a la PC del RSBP
29	Mercado de hortalizas. Área de productores de elote
30	Mercado de hortalizas. Áreas para albergar contenedores ocupadas como bodegas
31	Mercado de hortalizas. Recolección de residuos frente al contenedor de elotes de la nave 3
32	Mercado de hortalizas. Segregadores

- 33 Mercado de abarrotes y víveres. Los residuos que se generan son en su mayoría reciclables
- 34 Mercado de abarrotes y víveres. Residuos que se generan por la limpieza de chiles
- 35a Mercado de abarrotes y víveres. Segregación de materiales reciclables en un contenedor de 5 m³
- 35 b Mercado de abarrotes y víveres. Acopio de cartón en andenes
- 36 a Mercado de Jamaiquita. Puestos de frutas, producen FO
- 36 b Mercado de Jamaiquita. Viviendas, generan RSU
- 37 Mercado de Jamaiquita. Tiradero a cielo abierto de residuos
- 38 Mercado de Jamaiquita. Depósito de reciclables, pasillo 1
- 39 Mercado de Jamaiquita. Camión recolector de cartón
- 40 Mercado de aves y cárnicos. Separación de RSU por generadores antes de enviarlos a contenedores generales
- 41 a Mercado de aves y cárnicos. Separación de RO de ave para su comercialización
- 41 b Mercado de aves y cárnicos. Separación de RO de ave para su comercialización
- 42 Mercado de aves y cárnicos. Estructuras metálicas en pasillos para el depósito de residuos
- 43 Mercado de aves y cárnicos. Retiro de contenedor de 5 m³ y acumulación de residuos mientras se coloca un nuevo contenedor. A la izquierda se encuentra el “palero”
- 44 Mercado de subasta y productores. Locales comerciales: baños y regaderas públicos
- 45 Mercado de subasta y productores. RSU generados
- 46 a Mercado de subasta y productores. Contenedor de concreto chico
- 46 b Mercado de subasta y productores. Contenedor de concreto grande
- 47 Mercado de envases vacíos. Bodega de cajas de cartón
- 48 Mercado de envases vacíos. Recuperación de cajas de madera en contenedores
- 49 Mercado de envases vacíos. Reparación de cajas de madera
- 50 Mercado de envases vacíos. Contenedor de 5 m³ ubicado en la vialidad Oeste
- 51 Mercado de envases vacíos. Segregación de materiales reciclables por pepenadores
- 52 Alimento Para Todos, AC. Contenedor de 17 m³ ubicado frente a sus oficinas
- 53 Mercado de hortalizas. Acumulación de residuos en montones
- 54 Estación de transferencia. Llegada de camiones grúa
- 55 Estación de transferencia. Actividades de limpieza
- 56 Estación de transferencia. Báscula para pesaje de cajas con destino al RSBP
- 57 Estación de transferencia. Los camiones de las delegaciones salen de la ET dejando residuos por el camino
- 58 Área de pepenadores dentro de la CEDA. “Curva del silencio”
- 59 Áreas comercializadoras de materiales reciclables
- 60 Diagrama de Árbol de problemas de los RSU en la CEDA
- 61 Diagrama de Árbol de objetivos de los RSU en la CEDA

Lista de tablas

Tabla	Concepto
1	Modalidades de los planes de manejo
2	Unidades de análisis y variables
3	Planeación de actividades
4	Principales aspectos del diagnóstico
5	Infraestructura comercial
6	Infraestructura de servicios
7	Principales actores sociales en la CEDA y su participación
8	Productos del mercado de frutas y legumbres
9	Contenedores en el mercado de flores y follaje
10	Productos del mercado de abarrotes y víveres
11	Productos del mercado de aves y cárnicos
12	Tarifas vehiculares en el mercado de subasta y productores
13	Personal operativo de la gerencia de limpia, transporte y equipo
14	Equipo de la gerencia de limpia, transporte y equipo 2010
15	Problemas identificados y las oportunidades de acción
16	Principales problemas asociados al manejo de los RSU en la CEDA
17	Estrategias y subprogramas del plan de manejo
18	Subprograma: comunicación y educación ambiental
19	Indicadores propuestos para el monitoreo del plan de manejo
20	Plan de acción a corto, mediano y largo plazo

Acrónimos y siglas

°C	Grados centígrados
AENOR	Asociación Española de Normalización
AGV	Ácidos grasos volátiles
AP	Asociación de pepenadores
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
CA	Comités ambientales
C/N	Carbono/Nitrógeno
CECADESU	Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable
CEDA	Central de Abasto, A. C.
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2eq}	Dióxido de carbono equivalente
COV	Compuestos orgánicos volátiles
CT	Comité técnico
DA	Digestión anaerobia
DEA	Dirección de Educación Ambiental
DF	Distrito Federal
DGSU	Dirección General de Servicios Urbanos
DIF	Desarrollo Integral para la Familia
DNCO	Dirección de Normatividad Comercial y Operación de la CEDA
DOF	Diario Oficial de la Federación
DOL USA	Dólares estadounidenses
DRANCO	Dry Anaerobic Composting
ET	Estación de transferencia
€/ton	Euros por tonelada
ft ³	Pies cúbicos
ft ³ /ton	Pies cúbicos por tonelada
FICEDA	Fideicomiso Central de Abasto
FO	Fracción orgánica
FOFV	Fracción orgánica de frutas y verduras
FRL	Food Recycling Law
GAV	Generador de alto volumen
GDF	Gobierno del Distrito Federal
GDF- FICEDA	Gobierno del Distrito Federal. Fideicomiso Central de Abasto
GE	Grupos especializados
GEI	Gases de efecto invernadero
GG	Gran generador
GIRS	Gestión integral de los residuos sólidos
GLTE	Gerencia de limpia, transporte y equipo
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (Cooperación técnica alemana)
GWh	Gigawatt hora
ha	Hectárea
INEGI	Instituto Nacional de Geografía e Informática
IES	Institución de educación superior
Kcal/m ³	Kilo caloría por metro cúbico
Km ²	Kilómetros cuadrados
KWh	Kilowatt hora

LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGIR	Ley General para la Gestión Integral de los Residuos
LRSDF	Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal
m	metro lineal
m ³	metro cúbico
MIR	Manejo integral de residuos
mm	Milímetros
MO	Materia orgánica
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
N	Nitrógeno
NTEA	Norma Técnica Ambiental
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PC	Planta de composta
PET	Tereftalato de polietileno
PG	Planes de gestión
PGIRS	Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos
pH	Potencial hidrógeno
PM	Plan de manejo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RI	Residuos inorgánicos
RIS	RIS International, LTD
RLRSDF	Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal
RO	Residuos orgánicos
RSBP	Relleno Sanitario Bordo Poniente
RSU	Residuos sólidos urbanos
RUB	Residuos urbanos biodegradables
SE	Secretaría de Economía
SIEA	Seminario Internacional de Educación Ambiental
SDE	Secretaría de Desarrollo Económico
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIEA	Seminario Internacional de Educación Ambiental
SMADF	Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal
SMADF-DEA	Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Dirección de Educación Ambiental
SMA-EDOMEX	Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México
SOS	Secretaría de Obras y Servicios
ST	Sólidos totales
SV	Sólidos volátiles
TON	Tonelada
TR	Tiempo de retención
UE	Unión Europea
UNCOFYL, A.C.	Unión de Comerciantes de Frutas y Legumbres, A.C.
US EPA	United States Environmental Protection Agency
WBC	Waste Biomass Supply Chains

Resumen

La Central de Abasto del Distrito Federal es el centro de distribución de alimentos más grande e importante del mundo. Comercializa 30% de la producción hortofrutícola y reporta un ingreso promedio de 30 mil toneladas de alimentos por día. Para 2009, las autoridades de la Central de Abasto registraron una generación promedio diaria de 578.6 toneladas de residuos sólidos urbanos. De esa cantidad, 503.6 toneladas, correspondieron a residuos que se generan en los mercados de frutas y legumbres, y de flores y hortalizas. Las 75 toneladas restantes pertenecen a los residuos que son recuperados por medio de la segregación por pepenadores y factibles de reciclar.

De acuerdo a la legislación ambiental del Distrito Federal en materia de residuos sólidos urbanos, la Central de Abasto es un generador de alto volumen y está obligada a instrumentar un plan de manejo de residuos. Sin embargo, al 2010, la Central de Abasto no cuenta con él, maneja los residuos mezclados y realiza una mínima separación en la fuente. En cuanto a la valorización de los residuos orgánicos, sólo se envían entre 60 y 70 toneladas del mercado de hortalizas a la planta de composta del relleno sanitario Bordo Poniente y una cantidad no cuantificada del mercado de aves y cárnicos. El resto de los residuos sólidos urbanos se envían a disposición final.

Ante este escenario, el objetivo de la investigación fue diseñar un plan de manejo de residuos para la Central de Abasto, basado en el análisis del diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos y en los principios de prevención, minimización y valorización de los residuos.

Del diagnóstico se obtuvo la problemática asociada al manejo inadecuado de los residuos, es decir, las causas y sus oportunidades de acción; lo anterior, sirvió de base para identificar los aspectos críticos. Posteriormente, en el plan de manejo se establecieron cinco líneas estratégicas. El plan de manejo tuvo como objetivo establecer las bases para la separación de los residuos en la fuente y contribuir a la prevención y minimización de los residuos generados en la Central de Abasto. Por otra parte, la ejecución del plan dependerá del Comité Técnico para la Distribución de Fondos del Fideicomiso.

Descriptor: Central de Abasto del DF, residuos de mercado, generadores de alto volumen, plan de manejo, residuos sólidos urbanos

Abstract

The Main Public Market the *Central de Abasto* in Mexico City is the largest and most important food distribution center in the world. It markets 30% of the agricultural production and reports an average entry of 30 thousand tons of food per day. In 2009, the authorities of the *Central de Abasto* recorded a daily average generation of 578.6 tons of municipal solid waste. From this amount, 503.6 tons corresponded mainly to the waste generated in the fruit and vegetables, and flowers markets. The remainder 75 tons are recyclable materials recovered by scavengers through waste picking.

According to the environmental legislation on solid waste in the Federal District, the *Central de Abasto* is a high-volume producer and is required to implement a waste management plan. As of 2010, however, the *Central de Abasto* did not have any; it handles mixed waste and minimum source separation. With regard to the recovery of organic waste, only 60 to 70 tons from the vegetables market and an unknown amount from the meat and poultry market are treated in a composting facility located in the Bordo Poniente Landfill area. The remainder of municipal solid waste is landfilled.

Facing this scenario, the purpose of the research was to design a waste management plan for the *Central de Abasto*, based on the analysis of the diagnosis of the current management of municipal solid waste, and the principles of prevention, minimization, and recovery of waste.

The problem linked to the inadequate handling of waste was derived from the diagnosis, the causes and opportunities for action. Results provided relevant data for identifying the critical aspects. Afterward, five strategic lines for the management plan were set. The objective of the waste management plan was to set the foundations for the source separation of waste and contribute to prevention and minimization of waste generated in the *Central de Abasto*. The execution of the plan will depend on the Technical Committee for the Allocation of Funds of the Trust.

Keywords: Central de Abasto in Mexico City, high - volume producers, management plan, market waste, municipal solid waste

Introducción

Ante los problemas de escasez de recursos no renovables, como los hidrocarburos fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), así como el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2), una de las preocupaciones de los gobiernos es el manejo adecuado de los residuos orgánicos (RO) y la necesidad de su valorización. Esto ha llevado a los países del orbe a buscar estrategias para disminuir los efectos del calentamiento global y encontrar fuentes de energías alternas.

Los países de la Unión Europea (UE), Estados Unidos de Norteamérica (USA), Canadá y Japón, con base en el concepto de sustentabilidad, han obtenido logros importantes en materia de gestión de RO. Al establecer políticas y programas para el aprovechamiento de los residuos de alimentos, a partir de la separación en la fuente, el reciclado y en la disposición final de los residuos que ya no pueden ser aprovechados. Específicamente para la valorización de los biorresiduos¹ se utilizan dos tipos de tecnologías: el compostaje y la digestión anaerobia (DA). El primero, con la comercialización de composta y la segunda, con el biogás.

Durante 2006, México contribuyó con 1.5% de las emisiones de GEI mundiales. El Distrito Federal (DF) aportó 36.2 millones de toneladas de CO_2 equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$), del cual, 11% correspondió al manejo y disposición inadecuados de residuos sólidos (RS). En este contexto, la disposición final de los RO, en un relleno sanitario, equivale a perder la oportunidad de aprovecharlos, también se puede generar energía eléctrica con el CH_4 contenido en el biogás; así como fertilizantes, al ser este tipo de residuos procesados en plantas de composta (SMADF, 2007).

En la normatividad ambiental mexicana existen disposiciones relacionadas con la gestión de los RS en diversos ordenamientos en el ámbito federal y local. Dos de estos ordenamientos son la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003), en adelante LGPGIR, y la Ley de Residuos Sólidos del DF (GDF, 2003), en adelante LRSDF. Ambas establecen, entre otras disposiciones, lineamientos para los sujetos obligados a formular planes de manejo (PM) de residuos. Éstos tienen como objetivos: (i) minimizar la generación, y (ii) maximizar la valorización de los residuos sólidos urbanos (RSU), con base en los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos (MIR), bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

Los sujetos obligados a formular un PM de sus residuos, como lo establecen los dos ordenamientos jurídicos anteriores, quedan especificados en los siguientes artículos.

¹ Biorresiduos son aquellos residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos (Unión Europea, 2008).

La LGPGIR en su artículo 5º, fracción XII, establece la figura de gran generador (GG) para las personas físicas o morales que generen un promedio de 10 ton/año (27 kg/día) o más de residuos. Asimismo, en el artículo 28, fracción III, se define quiénes están obligados a formular y ejecutar un PM son los particulares que ostenten la figura de GG de RSU.

Localmente, la LRSDF en el artículo 3º, fracción XVII, define como generadores de alto volumen (GAV) a las personas físicas o morales, quienes generan un promedio igual o superior a 50 kg/día de RS y en el artículo 23, fracción 1, establece, de igual manera, la obligación de instrumentar un PM de RS.

No obstante, de contar en México con un marco jurídico, donde se constituya la obligatoriedad de formular PM para un GG y un GAV, a la fecha se carece de la normativa para la formulación de dicho plan.

En el DF operan diversos establecimientos con las características de sujetos obligados, como el caso de la Central de Abasto del DF (CEDA), pues no obstante la inconsistencia de ambas leyes, la CEDA rebasa por mucho lo establecido en la legislación. Durante 2009 generó un promedio de 578.6 ton/día de RSU: 503.6 ton/día, principalmente de residuos de los mercados de frutas y verduras, y de flores y hortalizas mezclados con RI que los contaminan, y 75 ton/día de materiales factibles de reciclar. Hasta diciembre de 2010, no llevó a cabo completamente actividades tendentes a lograr una minimización en la fuente. La valorización se reducía en promedio a 65 ton/día del contenedor de lechugas del mercado de hortalizas. Dicha cantidad, fue enviada a la planta de composta (PC) del relleno sanitario Bordo Poniente (RSBP).

A la fecha, en el DF el método de tratamiento de compostaje se aplica a los RO de alimentos y poda. Para tal fin, se dispone de una infraestructura compuesta de seis plantas de composta, incluida la del RSBP, y en conjunto cuenta con una capacidad total de recepción de 220 ton/día de residuos (SMADF, 2009). La composta obtenida por este método de tratamiento no se comercializa y sólo se utiliza como mejorador de suelos en áreas verdes, y se distribuye gratuitamente a escuelas y a la población en general; se coloca en camellones de la red vial primaria de las delegaciones del DF y en el saneamiento de las celdas del RSBP (Rodríguez & Córdova, 2006). La DA es otro método de tratamiento para los RO, pero aún no se aplica a los residuos de los mercados en México. Por otra parte, en el DF no se cuenta con una normativa para composta o para instalaciones de manejo de RO; sólo el Estado de México ha publicado dos normas técnicas estatales: (i) la NTEA-006-SMA-RS-2006 para mejoradores de suelo (SMA-EDOMEX, 2007), y (ii) la NTEA-010-SMA-RS-2008 (SMA-EDOMEX, 2009) para la instalaciones de manejo de RSU.

En la literatura se encuentran tesis de licenciatura con propuestas tecnológicas para el tratamiento de los RO generados en la CEDA. Una de ellas, presenta el prediseño de una planta de biogás para tratar 800 ton/día de residuos, y aprovechar éste para consumo propio o comercialización en la CEDA. En esta investigación se consideró la aplicación tecnológica proporcionada por la empresa *Investigation Search Advanced Technology* para utilizar un digestor tipo domo fijo, debido a su fácil manejo y larga vida útil (López & Humarán, 2001).

Otra propuesta se refiere al diseño arquitectónico de una planta generadora de biogás para 700 ton/día generadas en la CEDA. En esta tesis se propuso utilizar el biogás para el consumo energético de 300 locales y el abastecimiento de combustible para vehículos. El proyecto incluyó tres etapas: (i) planta separadora de los RSU, (ii) área de biodigestores y (iii) contenedores de gas para su distribución o comercialización (Celis, 2006).

Aunque las investigaciones citadas plantearon la valorización de los residuos de la CEDA a través de la tecnología de DA, en ninguna se realizó un análisis del manejo de los RO ni de las estrategias requeridas a partir de la separación en la fuente. Por ello, estos aspectos constituyen una parte sustancial para el diseño del PM, lo cual constituye el aporte principal de la investigación.

Para cubrir los objetivos de la investigación, se desarrollaron cinco capítulos. El capítulo 1 presenta el marco conceptual e incluye: (i) el panorama internacional, el cual enfatiza la importancia de la gestión en materia de biorresiduos en la UE, USA, Canadá y Japón; a partir de estrategias de minimización, separación en la fuente, reciclado y uso de tecnologías como compostaje y DA en el marco de una política global para reducir emisiones de GEI y valorización de los biorresiduos, (ii) el panorama nacional, el cual presenta el marco legal sobre PM, y (iii) los conceptos básicos sobre RS y RSU y su clasificación.

En el capítulo 2 se expone la metodología, la cual dio lugar a esta investigación. La primera etapa consistió de la revisión documental sobre RSU, legislación nacional e internacional, tecnologías para la valorización de RO, particularmente de residuos de mercado y poda, y la elección de la metodología a seguir. Aquí se explicará la realización del diagnóstico del manejo de los RSU utilizando el método de observación mediante dos instrumentos para la recolección de datos: la Guía de observación y la Guía de entrevista semiestructurada. También se describirá la metodología realizada para evaluar la problemática sobre el manejo inadecuado de los RSU a partir de los resultados del diagnóstico y la identificación de los aspectos críticos. Y, finalmente, los resultados.

En el capítulo 3 se detalla el diagnóstico, e incluye: (i) las generalidades de la zona de estudio, (ii) las etapas de manejo de los RSU, (iii) los aspectos socioeconómicos, (iv) el análisis

del diagnóstico, (v) la evaluación de la problemática en el manejo inadecuado de los RSU y (vi) los aspectos críticos identificados. Lo anterior constituye los resultados básicos para la formulación de las estrategias del PM.

En el capítulo 4 se presenta la propuesta de cinco estrategias del PM: (i) comunicación y educación ambiental, (ii) separación en la fuente, (iii) valorización de la fracción orgánica: tecnologías alternativas, (iv) coordinación interinstitucional y (v) vigilancia.

En el capítulo 5 se expone la formulación del plan de acción (PA) a corto, mediano y largo plazo, su revisión y actualización.

En este trabajo, se han utilizado las definiciones y términos de la legislación ambiental en materia de residuos del DF. Cuando se haga referencia a la fracción orgánica de la CEDA (FO), el término comprende a los residuos generados en los mercados de frutas y legumbres, y de flores y hortalizas que constituyen la mayor cantidad del total generado en este centro de abasto. Esta fracción está constituida principalmente por residuos de frutas, legumbres, hortalizas, flores y follaje.

Planteamiento del problema

En 2009, la producción de RSU mezclados en la CEDA y enviados a la estación de transferencia de Iztapalapa (ET) se calculó en 503.6 ton/día, en su mayoría compuesta por FO. El manejo inadecuado de esta considerable cantidad de residuos, conlleva a impactos negativos tanto a la población como al ambiente. Los principales son de dos tipos:

1) Directos: al interior de la CEDA

- Asociados al manejo inadecuado de los RSU por la falta de separación en la fuente, almacenamiento, recolección y transporte primario a la ET, ocasionando afectaciones a la salud y a la calidad de vida de los usuarios y trabajadores por olores desagradables, riesgos por falta de equipo de protección personal e impacto visual negativo, y
- Valorización limitada a un promedio de 65 ton/día de FO del mercado de hortalizas (adicionales a las 503.6 ton/día) se envían a la PC del RSBP para su tratamiento por medio de compostaje, y de la segregación de un estimado de 75 ton/día de materiales reciclables. En ambos casos podría valorizarse una mayor cantidad de residuos a partir de la separación en la fuente.

2) Indirectos. Al exterior de la CEDA. Se transfieren al sitio de disposición final y se consideran los más importantes por ser fuentes contaminantes de un relleno sanitario:

- El aporte de humedad a los RSU en el propio relleno sanitario adicional al agua de lluvia facilita las reacciones fisicoquímicas y biológicas para la formación de lixiviados, debido a las características de biodegradabilidad de la FO. Las características de los lixiviados les confieren gran potencial para contaminar cuerpos de agua superficiales y subterráneos, debido a la presencia de una alta carga de materia orgánica (MO) y sustancias inorgánicas.

Los lixiviados arrastran y movilizan metales pesados y otros contaminantes (*European Union*, 1999), sólidos totales y disueltos; existe presencia de nitrógeno (N) en su forma amoniacal, concentración de cloruros y compuestos orgánicos (*Méndez, et. al., 2009*).

- Emisión de biogás, producto de la descomposición anaerobia de los residuos compuesto principalmente de CH₄ y CO₂ catalogados como GEI.
- Emisión de partículas, las cuales pueden ser transportadas por el viento, generando un impacto negativo a la salud humana de las poblaciones aledañas.
- Impacto visual negativo por la operación del relleno sanitario con la consecuente afectación al paisaje.

Es posible lograr la minimización de estos impactos realizando un adecuado manejo de los residuos en las instalaciones de la CEDA. El manejo adecuado de los residuos sólo se alcanza formulando un PM. Éste, además de ser el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo, que al desecharse se conviertan en RS, tiene por objetivos: (i) lograr la minimización de la generación de los RS, y (ii) la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social. También lleva contenido un conjunto de estrategias dirigidas a abordar y solucionar uno o varios de los problemas identificados en el diagnóstico. Además, en su aplicación hace coparticipe a todos los actores involucrados en el manejo de los residuos.

Para el caso de la CEDA, un PM es una obligatoriedad para cumplir con la legislación vigente. El reto sin duda en la minimización y la valorización de los residuos en la CEDA es grande, pero es necesario enfrentarlo con la voluntad de todos y cada uno de los actores involucrados para contribuir a un mejor ambiente.

Justificación

En México, las autoridades del gobierno del Distrito Federal (GDF) enfrentan una problemática importante en materia de GIRS: (i) la generación de 12,500 ton/día de RSU en el DF (GDF, 2010a) tienen como destino final el RSBP único sitio activo con que se cuenta y cuyo cierre paulatino concluirá en el mes de diciembre de 2011 (SEGOB, 2010); (ii) no se ha dado a conocer a la ciudadanía la existencia de sitios sustitutos, y (iii) a pesar de imperar los instrumentos normativos para regular la GIRS, los lineamientos establecidos no se cumplen.

Por lo tanto, la CEDA puede contribuir a la solución de la problemática planteada apeguándose a las disposiciones de la normativa vigente. Pero cabe enfatizar, dentro del contexto de PM de GAV, el marco normativo no prevé lineamientos para la formulación de un PM; sólo indica las obligaciones de los sujetos. La sinergia se vuelve lenta, pues si un GAV desea cumplir con la legislación, la falta de conocimiento y los vacíos existentes en ella resultarán en un procedimiento complejo.

En este contexto, los estudiantes e investigadores que poseen conocimientos en la materia, y están al tanto de la problemática existente, pueden abordar en su trabajo de investigación este tipo de casos y apoyar a un sector que carece de elementos necesarios sobre la formulación de un PM, como es el caso de la CEDA. Con ello contribuirán en la construcción del conocimiento y en la solución de problemas específicos; además de tener un efecto positivo y multiplicador al tener la posibilidad de aplicarse en otras áreas.

Aporte de la investigación

- ✓ La CEDA podrá contar con un PM para cumplir con la legislación ambiental en materia de RSU.
- ✓ Disminuir el flujo de RSU mezclados que lleguen a disposición final, a partir de la separación en la fuente.
- ✓ Desarrollar el diagnóstico de la situación actual de manejo de los residuos en la CEDA.
- ✓ Analizar la aplicación de las tecnologías de compostaje y DA, en el caso de la CEDA.

Hipótesis

El diagnóstico del manejo de los RSU generados en la CEDA permitirá formular un PM conforme a la legislación ambiental vigente.

Objetivo general

Formular un PM con el propósito de lograr un manejo integral de los RSU en la CEDA, conforme a la legislación ambiental, aplicando los principios de minimización, prevención y valorización.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del manejo actual de los RSU generados en la CEDA.
- Diseñar estrategias para un PM, con base en el análisis del diagnóstico.
- Formular el PM de residuos para la CEDA.

Capítulo 1

Marco conceptual

1.1 Contexto internacional

En el ámbito internacional, el gran aporte de la Agenda 21 (*United Nations*, 2009; Sato & Dos Santos, 1997) fue establecer los principios fundamentales y el programa de acción para lograr el desarrollo sostenible. Particularmente, en materia de RS se indicó el abordaje de los siguientes aspectos: (i) subrayar la necesidad de cambiar los patrones no sostenibles de producción y consumo, (ii) la gestión de los residuos debe procurar resolver la causa fundamental y considerar el concepto de gestión integrada del ciclo de vida como una herramienta para conciliar el desarrollo con la protección ambiental, y (iii) centrar los programas en cuatro áreas principales: minimización de residuos; maximización del reúso y del reciclado; promoción de la disposición final y tratamiento, y ampliación de los servicios relacionados con el manejo de residuos.

Lo anterior, con base, principalmente, en la investigación, aplicación de legislación e impulso a la educación para la prevención de enfermedades. De esta manera, la Agenda 21 pasó a formar parte del precedente del manejo integral de los RSU en el ámbito internacional.

Sin embargo, no es hasta una década después, en el Plan de Aplicación, resultado de la Cumbre de la Tierra sobre Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica (Naciones Unidas, 2002), donde los jefes de Estado asumieron el compromiso de emprender acciones concretas para impulsar la cooperación sobre la base de los principios de Río, incluido el de las responsabilidades comunes pero diferenciadas. También se identificó a los actores sociales y la forma de cumplir las metas y los calendarios acordados en la Agenda 21.

En materia de residuos se propuso diseñar políticas y programas de educación, información para el consumidor, con base en los valores culturales locales, nacionales y regionales; aprovechar la energía de los desechos; promover iniciativas para su reciclado en pequeña escala, facilitar la gestión de los desechos urbanos y rurales, ofrecer oportunidades de generar ingresos y obtener apoyo internacional para los países en vías de desarrollo.

La gestión en materia de residuos a nivel mundial, principalmente en la UE y en USA, tuvo un gran desarrollo en el siglo pasado a partir de la década de los años 80 con la finalidad, primero, de proteger el medio ambiente y, posteriormente, para la conservación de los recursos naturales, esto llevó a los gobiernos a emitir legislación para evitar el impacto de los residuos al ambiente y a la salud; restringir a los generadores de residuos para minimizar su generación;

crear incentivos para inducir cambios en el manejo de los residuos, y diseñar políticas con el objeto de cambiar los patrones de comportamiento de la sociedad.

Unión Europea

La gestión de residuos mediante planes de gestión (PG) tiene su antecedente en la Directiva 75/442/CEE (Comunidades Europeas, 1975), artículo 7º al establecer la obligatoriedad para los Estados miembros de contar con uno o varios planes de residuos: tipo, cantidad, prescripciones técnicas, lugares de tratamiento y disposiciones especiales relativas a residuos particulares. Los PG deben incluir, a los responsables, la estimación de los costos; las medidas de racionalización de la recolección, de la clasificación y del tratamiento para la gestión de los residuos. La obligación de los Estados miembros de contar con PG, y exigir a los productores cumplir con los PG, se encuentra en la Directiva 2006/12/CE (Unión Europea, 2006).

Con la publicación de la Directiva 2008/98/CE (Unión Europea, 2008) se planteó el reto de elaborar programas de prevención de residuos como parte de los PG y el contenido de éstos, capítulo V, artículo 28: un análisis actualizado de la gestión, las medidas para mejorar la preparación para la reutilización, el reciclado, la valorización y la eliminación (jerarquía de los residuos) de forma respetuosa con el medio ambiente, y una evaluación de la contribución de los PG en el logro de los objetivos establecidos en la directiva.

El antecedente más importante en cuanto a legislación en materia de RO es la Landfill Directive 1999/31/EC (*European Union*, 1999), cuyos principales objetivos fueron establecer las condiciones de diseño, operación, construcción y funcionamiento de rellenos sanitarios, y promover la separación de los residuos biodegradables del flujo con destino final a rellenos sanitarios.

La Agencia Europea de Medio Ambiente estableció un programa con metas específicas para reducir la generación de los residuos urbanos biodegradables (RUB); con base en la información sobre manejo de residuos en los países miembros; la minimización en la generación; la recolección separada; la DA, el compostaje centralizado y doméstico para el aprovechamiento de los RUB, y la incineración con y sin recuperación de energía para residuos mezclados. Asimismo, promover el uso de la composta (Ministerio de Medio Ambiente, 2005).

A partir de 2007, la UE trabaja en el desarrollo de las normas para composta con el fin de aumentar la confianza de los usuarios y la aceptación del producto en el mercado. También se considera necesario desarrollar normas ambientales para ser aplicadas a las instalaciones donde se lleva a cabo el tratamiento biológico, con base en el concepto de mejores tecnologías disponibles (*European Commission*, 2010a).

Dado el incremento en la generación de residuos de alimentos y de la industria alimentaria y de la bebida, se introduce en la legislación el concepto de biorresiduos. Se propone considerar que los beneficios del sistema de gestión de éstos depende de: (i) la cantidad de energía recuperada, (ii) la fuente de la energía sustituida por la energía recuperada, (iii) la cantidad, calidad y utilización de la composta y de los productos sustituidos, y (iv) el perfil de emisiones de las instalaciones de tratamiento biológico (Comisión de las Comunidades Europeas, 2008).

En este contexto, la Unión Europea cuenta con metas y programas específicos a largo plazo, a los cuales se les da seguimiento; además, la legislación está en constante revisión. Sin embargo, los resultados en el manejo de los residuos varían en los diferentes estados miembros, ya que éstos presentan un diverso nivel de desarrollo (*European Environment Agency*, 2007).

Estados Unidos de Norteamérica y Canadá

En 1989, en Estados Unidos *la Environmental Protection Agency* (US EPA) estableció la jerarquía para el manejo de RSU: reducción en la fuente, reciclado, combustión con recuperación de energía, disposición final en rellenos sanitarios y combustión sin recuperación de energía. Prácticamente dos décadas después de esta disposición, en el año 2008, Estados Unidos generó 250 millones de toneladas de RSU manejados de la siguiente manera: reciclado y compostaje: (33.2%); rellenos sanitarios: (54.2%) e incineración con recuperación de energía: (12.6%). El porcentaje de residuos de alimentos correspondió 26% del total generado y sólo 2.5% se envió a compostaje (US EPA, 2009). Aunque estos resultados muestran el cumplimiento con lo dispuesto, también ejemplifica la necesidad de aumentar el tratamiento para los residuos de alimentos. En Estados Unidos existen 273 instalaciones para compostaje y procesan residuos de alimentos pero, únicamente menos de 30 instalaciones manejan más de 50 mil ton/año de estos residuos. En cuanto a plantas de DA, existe una planta de 5,400 ton/año procesadora de residuos de alimentos en codigestión con lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. En Canadá existe una planta procesadora de 42,500 ton/año anuales de residuos mezclados urbanos y comerciales separados a través del proceso BTA por sistema húmedo (Levis, *et. al.*, 2010).

Japón

A partir de 2000, Japón promovió un sistema económico favorable al ambiente y orientado al reciclaje, la “ambientalización de la industria” y la “industrialización del ambiente”, concibiendo un uso eficiente de la fuerza del sector privado. En el mismo año, se establecieron leyes en materia de residuos como la *Green Purchasing Law* y la *Food Recycling Law (FRL)* (*Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan; 2003*).

Básicamente, los objetivos de la FRL son promover el reciclado y la recuperación en materia de alimentos; promover y establecer fuentes alternativas de alimentos y reducir la generación de residuos (Cortinas, s.f.).

En el contexto internacional, el manejo de los residuos se implican aspectos de políticas públicas, legislación y tecnología (Guilford, 2009); además, de factores económicos ligados a costos de inversión, uso de tecnologías (equipos para el control de olores, sistemas de separación para obtener sustratos limpios, ubicación de las instalaciones), el sitio geográfico e incentivos, los cuales han guiado al uso de determinadas tecnologías. En el caso del manejo de los residuos de alimento y poda, en la UE se privilegia el uso de la DA y el compostaje. Mientras, en Estados Unidos se emplea la recuperación de biogás a partir de rellenos sanitarios por ser económicamente más viable.

1.2 Contexto nacional

En México, los antecedentes en materia de PM de residuos y uso de tecnologías para la valorización de residuos están contenidos en la legislación en la materia. En el ámbito jurídico local del DF existen disposiciones relacionadas con la gestión de los RS en diversos ordenamientos en el ámbito federal y local como son la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 1988), LGPGIR (DOF, 2003), la Ley Ambiental del Distrito Federal (GDF, 2000), la LRSDF (GDF, 2003) y su Reglamento (GDF, 2008).

La LGEEPA (DOF, 1988) establece las reglas sobre la forma de distribución de competencias entre los tres niveles de gobierno, asignándole a cada uno facultades específicas sobre diversos temas, entre otros, el de la gestión de los RSU. Esta Ley instruye a los gobiernos locales a emitir la legislación ambiental necesaria sobre la materia.

La LRSDF (GDF, 2003) tiene por objetivo primordial regular la GIRS, considerados como no peligrosos y la prestación del servicio público de limpia, distribuyendo esta responsabilidad entre distintas secretarías del gabinete y las 16 delegaciones. Entre los instrumentos considerados en la LRSDF (GDF, 2003) para lograr los objetivos planteados, destacan los PM

para los diversos tipos de generadores presentes en la ciudad. Asimismo, la Ley establece la creación de la infraestructura donde se realice la clasificación y aprovechamiento de los materiales orgánicos por medio del compostaje y de los materiales inorgánicos principalmente mediante la valorización de los residuos y su reintegración a los sistemas productivos. Meses después, fue publicada la LGPGIR (DOF, 2003) entre cuyos objetivos está la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, de los RSU y del manejo especial, así como las bases para aplicar los principios de valorización, minimización de los residuos y MIR sólidos en el país.

Adicionalmente a estos esfuerzos, se publicó el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2004-2009 (GDF, 2004), ahí se subraya la necesidad de crear conciencia entre los habitantes para un manejo adecuado de los RS por medio de la educación ambiental. Además, de la inclusión de una serie de programas piloto para la separación, recolección y disposición final de los residuos conforme al mandato de Ley. Por otra parte, considera: (i) la participación de los sectores industriales, comerciales y de servicios en el cumplimiento de PM de RS, (ii) la generación de infraestructura, y (iii) la separación de los residuos al interior de sus instalaciones.

Finalmente, el 7 de octubre del 2008, se integró al marco jurídico el Reglamento a la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (GDF, 2008), en adelante RLRSDF, otorgando claridad a los distintos procedimientos para la gestión de los residuos previstos en la Ley desde hace cuatro años.

1.2.1 Marco legal aplicable a planes de manejo

De acuerdo al artículo 9º de la LGEEPA (DOF, 1988) corresponden al GDF las mismas facultades conferidas a los estados y municipios, en los artículos 7º y 8º respectivamente, en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente, conforme a las disposiciones legales expedidas en la Asamblea Legislativa del DF, sobre la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los RS e industriales no peligrosos; la conducción de la política ambiental y su difusión; la participación social, y la formulación, ejecución y evaluación del programa local de protección al ambiente, principalmente.

Las disposiciones legales de carácter ambiental que sustentan la regulación de los residuos del ámbito de la jurisdicción local se establecen en los artículos del 137 al 143, capítulo IV de la LGEEPA (DOF, 1988), y se refieren a la prevención y control de la contaminación del

suelo, bajo esos criterios, por ser la fuente principal de contaminación de los suelos, la necesidad de prevenir y reducir la generación de RS, municipales e industriales; la incorporación de técnicas para uso y reciclaje, y la regulación de un manejo y disposición final eficientes.

La LGPGIR (DOF, 2003) tiene por objetivos la aplicación de los principios de valorización, responsabilidad compartida y MIR, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social en el diseño de instrumentos de gestión integral de residuos: programas y planes de manejo. El artículo 30 determina que los residuos deben sujetarse a los PM, de acuerdo a los siguientes criterios y normas oficiales mexicanas:

- a) Aquellos cuyos materiales tengan un valor económico alto.
- b) Los generados en alto volumen por un número reducido de generadores.
- c) Los que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables.
- d) Los que presenten un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

En el artículo 16 del RLGPGIR (DOF, 2006) se presentan las modalidades de los PM, tabla 1.

Tabla 1. Modalidades de los planes de manejo

Modalidad	Clasificación	Descripción
Por los sujetos que intervienen en su diseño (fracción I)	Privados	Instrumentados por particulares
	Mixtos	Instrumentados por autoridades y particulares
Por la asociación de los sujetos obligados (fracción II)	Individuales	Un solo sujeto establece el plan
	Colectivos	Varios sujetos establecen el plan
Por el ámbito de aplicación (fracción III)	Nacionales	De aplicación en todo el territorio nacional
	Regionales	De aplicación en dos o más estados o municipios en un mismo estado o estados diferentes
	Locales	De aplicación en un solo estado, municipio o Distrito Federal
Atendiendo a la corriente del residuo (fracción IV)	-	Listado de la LGPGIR (DOF, 2003)

Fuente: Elaboración propia, con información de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003) y su Reglamento (DOF, 2006).

La LRSDF (GDF, 2003) fue publicada en abril, antes que la LGPGIR (DOF, 2003), y editada en octubre del mismo año. Uno de sus principales objetivos es establecer los PM de GAV de residuos. A continuación se presentan los principales conceptos y clasificaciones de residuos.

Generadores de alto volumen. *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* (artículo 3º; fracción XVII).

En sus artículos 21º al 23º, establece la obligación de formular e instrumentar PM para los GAV. Asimismo, el artículo 55º se refiere a la obligación de quien genere RS susceptibles de valorización para reutilización o reciclaje de realizar un PM.

De acuerdo al artículo 29º, los RS se clasifican en residuos urbanos y residuos de manejo especial; en tanto los RS deberán de separarse en RO y RI, y depositarse en recipientes separados.

Los RS deberán separarse en:

a) RO. Todo residuo sólido biodegradable (artículo 3º; fracción XXXV).

b) RI. No tienen características de los orgánicos y puede ser susceptible de valorización para su reutilización y reciclaje; es el caso del vidrio, papel, cartón, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y demás que no sean clasificados de manejo especial (artículo 3º; fracción XXXVI).

El RLRSDf (GDF, 2008) en su artículo 32 establece los RSU deben separarse en:

■ **Subclasificación de los RO**

a) Residuos de jardinería resultado de la poda de árboles y áreas verdes.

b) Residuos generados en la preparación y consumo de alimentos.

c) Residuos que pueden ser utilizados en la producción de composta.

d) Otros que establezca la Secretaría de Medio Ambiente del DF (SMADF) y la Secretaría de Obras, actualmente Secretaría de Obras y Servicios (SOS).

► **Subclasificación de los RI**

I. Vidrio.

II. Papel y cartón.

III. Plásticos.

IV. Aluminio y otros metales no peligrosos y laminados de materiales reciclables.

V. Cerámicas.

VI. Artículos de oficina y utensilios de cocina.

VII. Equipos eléctricos y electrónicos.

VIII. Ropa y textiles.

IX. Sanitarios y pañales desechables.

X. Otros no considerados como de manejo especial.

XI. Los demás que establezcan en forma conjunta la SMA y la SO (hoy Secretaría de Obras y Servicios).

Capítulo II: planes de manejo, en los artículos 12 al 25 se detallan las condiciones a las cuales deberán sujetarse los GAV. Con base en lo anterior, a la CEDA se le aplicarán los siguientes artículos:

- Artículo 12: está clasificada en la categoría “A” pues genera más de 1000 kg/día de residuos.
- Artículo 13: debe realizar trámites de revisión, evaluación y autorización, ante la SMADF, de acuerdo a los formatos que ésta difunda para PM.
- Artículo 16: actualizar anualmente el PM.
- Artículo 18: posibilidad de presentar un sólo PM.
- Artículo 21: la información deberá integrarse en un PM e involucra los siguientes rubros: (i) datos generales del generador, tipo y caracterización de los residuos, cantidad generada, proceso que los generó, destino y cantidad aprovechada, (ii) datos de la empresa o delegación a la cual se le entregarán, (iii) estrategia y (iv) calendario de minimización.

En el artículo 243 del Código Fiscal del DF del 2010 (GDF, 2009), fracciones II y IV, se presentan las tarifas a los servicios: (i) los de recepción en estaciones de transferencia para RSU separados, RS de poda y en centros de compostaje, y (ii) por el servicio de recepción de RSU separados en sitios de disposición final. En particular, a la CEDA se le debe aplicar esas fracciones, pues el traslado de los RSU a la ET es por su cuenta.

II. Por servicio de recepción:

<i>a). En estaciones de transferencia, por cada kilogramo de residuos sólidos urbanos separados, excepto poda.....</i>	<i>\$0.58</i>
<i>b). En estaciones de transferencia, por cada kilogramo de residuos sólidos de poda.....</i>	<i>\$1.16</i>
<i>c). En centros de compostaje registrados y autorizados, por cada kilogramo de residuos orgánicos y/o de poda.....</i>	<i>\$1.17</i>
<i>IV. Por el servicio de recepción de residuos sólidos urbanos separados en sitios de disposición final, por cada kilogramo, excepto poda.....</i>	<i>\$0.25</i>

El pago de estos derechos debe realizarse previo a los servicios requeridos y efectuar el pago a la autoridad fiscal correspondiente y, en caso de montos superiores a los declarados, se pagarán los recargos correspondientes. También se considera el beneficio para los comerciantes de *centros de abasto*, entre otros, quienes celebren convenios con la autoridad competente para el depósito de la FO de los RSU generados en alto volumen y sean autorizados a realizar el traslado de esos residuos por su cuenta a los centros de compostaje o procesamiento.

Capítulo 2

Metodología

Los límites conceptuales están definidos por la legislación ambiental nacional y local vigente en materia de RSU; en tanto, los límites disciplinarios quedan definidos por las estrategias planteadas en el PM.

El periodo de investigación fue de dos años a partir del mes de enero de 2010. La información cuantitativa analizada fue proporcionada por la CEDA y consistió en datos sobre generación de RSU en 2009; la parte cualitativa, fue producto de las actividades de campo y del diagnóstico realizado de septiembre a noviembre de 2010.

El ámbito físico geográfico del objeto de la investigación queda delimitado por la CEDA, ubicada en la delegación política de Iztapalapa en el DF, México.

El enfoque o tipo de esta investigación es cualitativo; a partir de la recolección de datos, algunos sin medición numérica, el principal objetivo se concentró en las descripciones detalladas de las situaciones, eventos y prácticas relacionadas con el manejo actual de los RSU en la CEDA y de los actores sociales involucrados.

A la fecha, en el país no existe la normativa sobre el marco legal en materia de PM. Una vez planteado el problema de investigación se buscó un referente metodológico: la guía metodológica, a partir de la cual se siguió un proceso claramente definido y se diseñó la hipótesis planteada. Lo anterior aunado a los escasos estudios para la valorización de los RSU en la CEDA sobre la separación en la fuente y la escasa información en cuanto a la generación y composición de RSU en la CEDA, le otorgan a esta investigación un alcance exploratorio.

En la primera parte de la investigación, relativa al diagnóstico del manejo actual de los residuos en la CEDA, mediante el método de observación, se tuvo un alcance claramente descriptivo del fenómeno estudiado como se presenta en su estado natural para después realizar una evaluación de la problemática asociada al manejo inadecuado de los RSU y definir los aspectos críticos. Esto llevó a plantear el diseño de las estrategias del PM.

El diseño de la investigación es no experimental puesto que no hubo manipulación de las variables, y transversal porque la recolección de datos se realizó en los meses de septiembre a noviembre de 2010.

2.1 Definición de las unidades de análisis y variables

Las unidades de análisis están definidas por los RSU generados en la CEDA. Las prácticas representan las etapas en el manejo de los RSU, principalmente (Sampieri, *et. al.*, 2003). Ya que si bien, el marco normativo no es una etapa, sí es un factor importante en el manejo de los residuos. Las variables se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Unidades de análisis y variables

Unidades de análisis	✓	RSU generados en la CEDA
	✓	Prácticas representadas por las etapas del manejo de los RSU
Variable cuantitativa	Unidades	Variable cualitativa
V1 Generación (cantidad)	(ton/m ³)	
<ul style="list-style-type: none">• Cantidad• Composición física		V2 Aprovechamiento V3 Barrido V4 Almacenamiento V5 Recolección y transporte primario V6 Segregación V7 Transferencia y transporte secundario V8 Disposición final V9 Marco regulatorio

Fuente: Elaboración propia.

2.2 La población del estudio

La población está representada por los RSU generados en la CEDA, particularmente la FO se origina en los siete mercados que la integran administrativamente.

2.3 Exclusiones

Dado que el objetivo de este estudio es la FO generada en la CEDA, se excluye el resto de los RO de alimentos preparados por no constituir una cantidad importante en el flujo de los RSU generados en la CEDA. Lo anterior, con base en lo observado en los recorridos de campo.

2.4 Planeación de actividades

La tabla 3 presenta las actividades de campo y gabinete realizadas durante 2010 y 2011 para el logro de los objetivos específicos.

Tabla 3. Planeación de actividades

Objetivo específico	Actividad	Áreas	Periodo
1. Realizar el diagnóstico del manejo actual de los RSU generados en la CEDA	1.1 Revisión de información existente y realización de recorridos de campo.	Siete mercados, áreas administrativas y vialidades	Agosto-noviembre de 2010
	1.2 Análisis del sistema de manejo de los RSU: observación y entrevistas semi-estructuradas.		
2. Análisis de la problemática asociada al manejo de RSU	2.1 Identificar aspectos críticos en el manejo de RSU	Siete mercados, áreas administrativas y vialidades	Diciembre 2010-junio de 2011
	2.2 Aplicación de herramientas para jerarquizar la problemática		
3. Formular el PM para la CEDA	3.1 Diseñar las estrategias	-	Julio-agosto de 2011
	3.2 Diseñar el plan de acción		
Preparación del documento	Continua		Agosto de 2010-septiembre de 2011

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Guía metodológica

El artículo 22 de la LRSD (GDF, 2003) establece que para la prevención de la generación, valorización y manejo de los RS, el RLRS (GDF, 2008) incluirá las disposiciones para la formulación de PM, guías y lineamientos para GAV; cabe señalar que a la fecha, no se han emitido. Por lo anterior, para la realización de esta investigación se tomó como referente la *Guía Metodológica para la Preparación de Planes Directores de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas* (OPS, 2002).

La guía tiene como objetivo servir de base para la mejora continua de los sistemas de manejo de los RSU, conjugando las necesidades inmediatas de acción, con la planificación de actividades de mediano y largo plazo, a partir del análisis de las fortalezas y debilidades más comunes de las ciudades de América Latina y el Caribe. En este sentido, un PM es una particularidad de un plan director con objetivos particulares de minimización en la generación de residuos y de su máxima valorización, de acuerdo a las etapas de la figura 1.



Figura 1. Esquema para la formulación de un plan director

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de: OPS. 2002. Guía metodológica para la preparación de planes directores de manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Ambiente (HEP). Washington, D.C., (consultada 23/03/11). Disponible en: <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/Archivos/SW/GuiaPlanesRSU.pdf>

2.6 Diagnóstico

La definición del problema tuvo como objetivos principales: (i) realizar un diagnóstico integral de la situación del sistema de manejo de los RSU, (ii) conocer el entorno donde se realiza ese manejo, e (iii) identificar los aspectos clave positivos y negativos del manejo de los RSU. El contenido del diagnóstico se desglosa en la tabla 4.

Tabla 4. Principales aspectos del diagnóstico

Aspecto	Contenido
1. Perfil del área de estudio	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de las condiciones socioeconómicas y financieras del área de estudio, estructura urbana, servicios públicos existentes, política ambiental y de salud, legislación y organización institucional relacionada con el manejo de los RSU
2. Análisis del sistema de manejo de los RSU	<ul style="list-style-type: none"> • Subsistema técnico-operativo del manejo de los RSU, de acuerdo al flujo identificado in situ: generación y características de los RSU, almacenamiento, segregación, barrido, recolección y transporte primario, limpieza, transferencia y transporte secundario, disposición final, valorización y aprovechamiento. Debe realizarse mediante visitas al sitio de estudio • Aspectos ambientales y de salud • Subsistema de gestión: revisión de las condiciones administrativas, financieras y gerenciales directamente. Del personal, de las decisiones y procedimientos; de la supervisión y monitoreo, del presupuesto y contabilidad, y de los aspectos legales
3. Conclusiones sobre la definición del problema	<ul style="list-style-type: none"> • Principales causas, conflictos y potencialidades que están en la base del problema de manejo de los RSU • Identificar las áreas más críticas del sistema de manejo de los RSU

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de: OPS. (2002). Guía metodológica para la preparación de planes directores de manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Ambiente (HEP). Washington, D.C., (consultada 23/03/11). Disponible en: <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/Archivos/SW/GuiaPlanesRSU.pdf>

Particularmente, para el análisis del diagnóstico, se siguieron algunos pasos establecidos en la *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales* (SEMARNAT, 2001). En este contexto se procedió a:

1. Agrupar a cada variable que compone el manejo de los residuos, los problemas identificados y las oportunidades de acción.
2. Identificar los principales problemas. Análisis causa–efecto. Se utilizó la técnica de Árbol de problemas.
3. Agrupar los problemas principales en seis áreas bajo el rubro de aspectos críticos.
4. Formular cinco estrategias para solucionar los principales problemas. Éstas incluyen subprogramas con sus respectivos: objetivos, metas, acciones y responsables.
5. Elaborar el PA. Está integrado por las estrategias, las acciones detalladas de cada una de ellas, los responsables de ejecutarlas, a corto, mediano y largo plazo.

2.6.1 Técnicas e instrumentos de investigación de campo

Para la realización del diagnóstico, además de la información obtenida por revisión documental del estado del arte, se solicitó información específica a las autoridades de la CEDA. Respecto al análisis del manejo de RSU, las actividades de campo consistieron principalmente en recorridos una vez a la semana, en horarios entre las 8:00 y 14:00 horas, por los mercados y áreas administrativas de la CEDA. La actividad específica sobre la limpieza, recolección y vaciado de contenedores se llevó a cabo después de las 17:00 horas.

Los recorridos de campo se realizaron en los ocho mercados ubicados dentro de la CEDA: frutas y legumbres; flores y hortalizas; abarrotes y víveres; Jamaiquita; aves y cárnicos; subasta y productores; envases vacíos, y pescados y mariscos (Nueva Viga). Así como en las áreas que prestan servicios de apoyo dentro de la CEDA: Plaza Merced Abasto; Zona de Pernocta ("Frente Azul"); paraderos Oriente y Poniente; bodegas de la gerencia de limpia, transporte y equipo; administración general (y áreas en la misma ubicación); ET; bodegas; oficinas de Sólo por Ayudar, A.C.; básculas; estacionamientos públicos superficiales y aéreos; vialidades; interiores y periféricas, y zonas de pepena.

Además, se realizó un recorrido exterior por otras áreas de servicios: locales comerciales; baños públicos (regaderas, sanitarios) y oficinas, que cumplen una función social dentro de la CEDA como apoyo para el menor trabajador de la CEDA; planta de tratamiento de agua; helipuerto, taller mecánico general actual y nuevas instalaciones, bodega del arte, albergue infantil y bodegas de limpia y taller mecánico de la gerencia de limpia, transporte y equipo (GLTE), que constituyen parte de la infraestructura con que cuenta la CEDA, así como visitas y entrevistas a representantes de asociaciones de la Central de Abasto, A. C. (CEDA, A.C.) y la Unión de Comerciantes de Frutas y Legumbres, A. C. (UNCOFYL, A. C.).

En la investigación de campo se empleó el método de observación, el cual se apoyó con entrevistas semiestructuradas. Estas técnicas son pertinentes para el tercer nivel de investigación como las consultas en el propio campo de investigación. Esta etapa se caracteriza por el manejo de información empírica, primaria o directa, mediante el contacto con la realidad.

La primera fase de observación consistió en llevar a cabo la negociación con las autoridades de la CEDA para permitir el ingreso a las instalaciones y definir las condiciones de trabajo dentro de ella. Establecer la estrategia de observador abierta, interactuar lo menos posible con los actores del estudio, así como tomar fotografías y notas con discreción.

La participación fue moderada (Sampieri, *et al.*, 2003), se aprovecharon los recorridos de campo para realizar las entrevistas semiestructuradas y, en otras, ocasiones se concertó la cita para su realización. Este fue el caso de los representantes de las asociaciones en los mercados

y del banco de alimentos, con base en los procedimientos metodológicos básicos de la observación.

Por el grado de organización fue del tipo estructurada, dado que se elaboraron previamente los siguientes instrumentos: (i) la guía de observación con las etapas del flujo de RSU en la CEDA y con los elementos puntuales a reflexionar (anexo 1), y (ii) la guía de entrevistas semiestructuradas con preguntas específicas (anexo 2).

La observación tiene validez científica si es sistemática y controlada; la elaboración previa del instrumento es un requisito para formar parte del método científico y de la sistematización de la información recopilada. Para cubrir esos aspectos se siguieron las siguientes normas (Del Cid, *et. al.*, 2011).

- a) Establecer los lineamientos claros de los objetivos de la investigación y de la guía de observación.
- b) Contar con un marco teórico de referencia para determinar los aspectos a observar.
- c) Definir la forma de registro de la información: grabadora, video, cuadro de recolección de datos o notas.
- d) Prever la logística de recopilación de información: hora de observar, forma de traslado, tiempo de observación e instrumentos de observación.
- e) Tener conocimiento claro de la guía de observación, previendo el registro de aspectos no incluidos pero relevantes.
- f) Asegurar el establecer los medios de control para que los datos sean válidos y confiables.
- g) Realizar la observación de manera responsable y sistemática.

Asimismo, se siguieron las recomendaciones de Sampieri, *et. al.* (2003), sobre el papel del investigador en la recolección de los datos cualitativos.

El instrumento para obtener la información fue la guía de observación (anexo 1), la cual se diseñó tomando como referente el flujo de residuos de la guía metodológica (OPS, 2002) sobre los elementos a observar en el capítulo 3. “Definición del Problema”.

Debido a las condiciones imperantes en el área de estudio, el registro de información (con base en la guía de observación) se realizó tomando notas en una libreta de campo con los comentarios del observador, así como las dudas para, posteriormente, corroborar la información recabada (Yuni & Urbano, 2006). En gabinete, se conformó un registro electrónico; después, se analizó y procesó un archivo fotográfico.

En la metodología cualitativa la confiabilidad y forma de control de los datos se realiza de dos formas (Yuni & Urbano, 2006).

- a) Utilizar el procedimiento de la triangulación al combinar o cruzar datos obtenidos de diferentes fuentes e instrumentos.

- b) La observación por dos investigadores y la discusión de datos obtenidos.

Se utilizó la triangulación con base en la revisión de fuentes documentales, de la observación en campo, de las entrevistas con personal operativo de la CEDA e informantes.

La aplicación del método cualitativo, en el manejo de los residuos, sirvió para complementar los métodos cuantitativos, y entender mejor la composición y cantidad de residuos generados en una comunidad. Esto se efectuó mediante entrevistas semiestructuradas y la observación en campo (Newenhouse & Smith, 2000). Por lo anterior, como apoyo para la obtención y verificación de información recabada en campo, se realizaron entrevistas de tipo individual, semiestructuradas. El instrumento consistió en una guía de entrevista, la cual fue diseñada, previamente, con preguntas específicas para obtener información sobre las etapas de flujo de los RSU. Se respetó la identidad de los entrevistados, no fueron grabadas, condiciones por lo cual se considera que NO son representativas de un instrumento con validez y confiabilidad.

En promedio, se aplicaron a cinco personas por mercado (ocho mercados) y, específicamente, con las autoridades de la CEDA, representantes de asociaciones e informantes (seis personas). La guía de entrevista se presenta en el anexo 2. Las técnicas empleadas en la realización de las entrevistas correspondieron a las aplicadas en auditorías de calidad ISO:9000 (AENOR, 2001).

La observación directa en campo presenta ventajas al estudiar al fenómeno en su escenario natural y a la acción humana por medio del comportamiento, y permite al investigador la autonomía, respecto de los instrumentos de recolección de datos, al convertirse en una herramienta. Por otra parte, también se reconocen inconvenientes como la limitación de los sentidos; las distorsiones en la interpretación de los fenómenos observados y la experiencia del observador, y la imposibilidad de ser neutral. También se reconocen limitantes de tiempo e inversión de recursos. Se recomienda en la medida de lo posible, que el observador defina su posición social y tome una actitud neutral, con lo cual, la subjetividad quedará matizada (Yuni & Urbano, 2006; Del Cid, *et. al.*, 2011).

2.7 Resultados

Los resultados, derivados del diagnóstico, corresponden a la identificación de los aspectos críticos del manejo de los RSU en la CEDA. Éstos constituyen la base para la formulación de estrategias para integrar el PM, y permitieron validar la hipótesis planteada.

Capítulo 3

Diagnóstico

3.1 Generalidades del área de estudio

3.1.1 Antecedentes

Hernán Cortés describió a la antigua Tenochtitlán como una ciudad de muchas plazas, mercados y trato para comprar y vender. En ese tiempo el centro comercial se encontraba fuera de la ciudad, en Tlatelolco, donde se comerciaban en las calles diversas mercancías: joyas de oro, piedra para labrar, adobes, venta de aves, herbolaria, aves, frutas, verduras, loza y pescado, entre otros artículos. Para 1692, en la Plaza Mayor se vendían diversas mercancías, se levantó un motín originado por la escasez y el encarecimiento de granos, el cual terminó con un incendio. Esto originó ordenar el comercio de la Plaza Mayor y construir el mercado del Parián, en donde los comerciantes alquilaron locales al ayuntamiento (FICEDA, 2002).

Al resultar insuficiente el mercado del Parián, el 4 de enero de 1792, el Segundo Conde de Revillagigedo dispuso convertir el lugar en plaza de armas, originando la disgregación del gran centro comercial de la ciudad en diferentes plazas y la formación de mercados, como El Volador y el de Jesús de Nazareno.

En 1863 inició operaciones el mercado de La Merced; en 1901 se convirtió en el principal centro de abasto de la ciudad. El crecimiento llegó a invadir 110 calles por unos 7000 puestos informales, entorpeciendo la circulación de compradores y vehículos, esto ocasionó la tardanza por las maniobras de descarga de los productos. En 1957, se elaboró un proyecto para la construcción del mercado de La Merced, con lo cual desapareció el viejo mercado; sin embargo, su crecimiento dio lugar a problemas que supuestamente se habían solucionado, considerándose entonces la conveniencia de cambiar el centro de abasto a otra zona (GDF-FICEDA, 2010).

Iztapalapa fue una ciudad opulenta desde la llegada de Cortés a México, siguió floreciendo; las chinampas abastecían de flores y frutos a la Ciudad de México, hasta los años 70 (siglo XX). En 1967 se propuso como nueva sede a La Merced; además, por su ubicación y de acuerdo al volumen de abasto que fluía en ese tiempo, así como de las principales vías de acceso a la ciudad, principalmente 50% del flujo en la porción sureste del DF (FICEDA, 2002).

La construcción de la CEDA tuvo como principales objetivos solucionar problemas logísticos de sanidad, transporte, de insuficiente infraestructura comercial y de comercialización de productos a través de intermediarios, esto era lo que tenía que enfrentar el mercado de La Merced (Torres, 2010). Además, se vislumbró como la posibilidad de contar con instalaciones

provistas de servicios múltiples que apoyaran las funciones primordiales de un mercado moderno.

Sin embargo, debido a que no se instaló toda la infraestructura planeada para la conservación de productos perecederos en las bodegas, y de plataformas de distribución de productos en andenes y pasillos para facilitar el flujo de mercancías, las antiguas prácticas de La Merced subsisten por resultar más económicas. El transporte de mercancías con la ayuda de carretilleros se realiza en vehículos particulares, lo cual genera problemas, entre otros, de tráfico y contaminación.

Los intermediarios, tampoco fue posible eliminarlos porque la distribución de productos está relacionada con el poder económico, y las redes de distribución se forman por quienes tienen un doble papel: productores y distribuidores (Torres, 2010). En cuanto a la infraestructura de cada bodega, fue adecuándose a las necesidades particulares como la instalación de cámaras de refrigeración, bandas transportadoras, entre otras, cuyo funcionamiento llega a sobrecargar la corriente eléctrica.

3.1.2 Área de estudio

La CEDA se ubica al noreste del DF, en la delegación Iztapalapa (figura 2). Esta demarcación se ubica en la porción oriente del DF, tiene una superficie aproximada de 117 km², representa 7.5% de la del DF y tiene una altitud entre 2,200 y 2,700 m.s.n.m. La temperatura varía entre los 14°C y 16°C, en tanto que la precipitación pluvial entre 500 y 700 mm. Presenta clima semiseco, semicálido y semiseco templado. La zona urbana crece sobre suelo lacustre y rocas ígneas del Cuaternario, en llanura y lomerío. El 100% del suelo es urbano (INEGI, 2009). La delegación Iztapalapa colinda al Norte con la Iztacalco, al Sur con la de Xochimilco y Tláhuac y al Este con el Estado de México, al poniente con Coyoacán y al norponiente con Benito Juárez. Históricamente, Iztapalapa contó con grandes extensiones de agua por su colindancia con el Vaso de Texcoco; sin embargo, en la época actual no existen depósitos naturales de agua superficiales por el efecto combinado de la desecación lacustre y la pavimentación urbana. A 2010 tenía una población total de 1 815 786 (INEGI, 2011); 60% de su población vive en casas independientes y el resto en departamentos o vecindades; aunque es bien conocida la escasez de agua en esa delegación, 98.76% de las viviendas particulares habitadas están conectadas a servicios de agua y energía eléctrica, aunque no es representativo de la disponibilidad de tales servicios (GDF, 2011a).



Figura 2. Localización de la delegación Iztapalapa y la CEDA

Fuente: Elaboración propia.

En 2005 los establecimientos comerciales representaron 63% del total de las empresas que ocupaban 42% de la mano de obra en Iztapalapa. En esta delegación se realiza 24% de la actividad comercial del DF por la presencia de la CEDA y la Nueva Viga (INEGI, 2008). Asimismo, en la demarcación, en 2009, existían 20 mercados públicos y 441 tianguis (INEGI, 2011).

En 2011, un reducido número de familias se dedican a la crianza de pollos, gallinas, guajolotes, cerdos, conejos, borregos y vacas; además del canario, perico, loro, perro o gato. La fauna que existió en el ecosistema de esta región ya desapareció. A pesar de la problemática de la actividad agrícola —aumento de área urbana; falta de equipo para la labranza, insumos, agua para cultivo y afectación al clima— existen parcelas familiares donde se cultiva romero, betabel, alcachofa, entre otros, además de regadíos de frutas de capulín, higuera y tejocote. Las milpas donde se siembra maíz y nopal son de temporal. Esos productos se comercializan en mercados o se utilizan para consumo familiar (GDF, 2011a).

La CEDA fue inaugurada el 22 de noviembre de 1982 y, a 2011, es el centro de distribución más grande e importante del mundo. Cuenta con un área total de 327 hectáreas; de éstas, 304 están integradas por ocho mercados o sectores: frutas y legumbres; flores y hortalizas; abarrotes y víveres; Jamaiquita; aves y cárnicos, subasta y productores y envases vacíos, y pescados y mariscos, así como por áreas administrativas y de servicios. Este último, se ubica dentro del área de la CEDA pero se desincorporó del patrimonio del fideicomiso y, actualmente, cuenta con administración propia.

Al Norte, está limitada por el Eje 5 Sur sobre el cual se ubica una gasolinera, establecimientos comerciales y un hotel; al Sur, por el Eje 6 Sur; al Este, por la avenida Javier Rojo Gómez y al Oeste, por Canal de Churubusco. Dentro de la CEDA están disponibles, aproximadamente, cuatro hectáreas en el corredor ecológico, ubicado en la porción Norte y paralelo al cual se ubica un ducto de Petróleos Mexicanos. También existe una estación de carburación cercana a la salida Este de la CEDA que conecta a la calle de las Cazuelas y desemboca al Eje 5 Sur (figura 3).

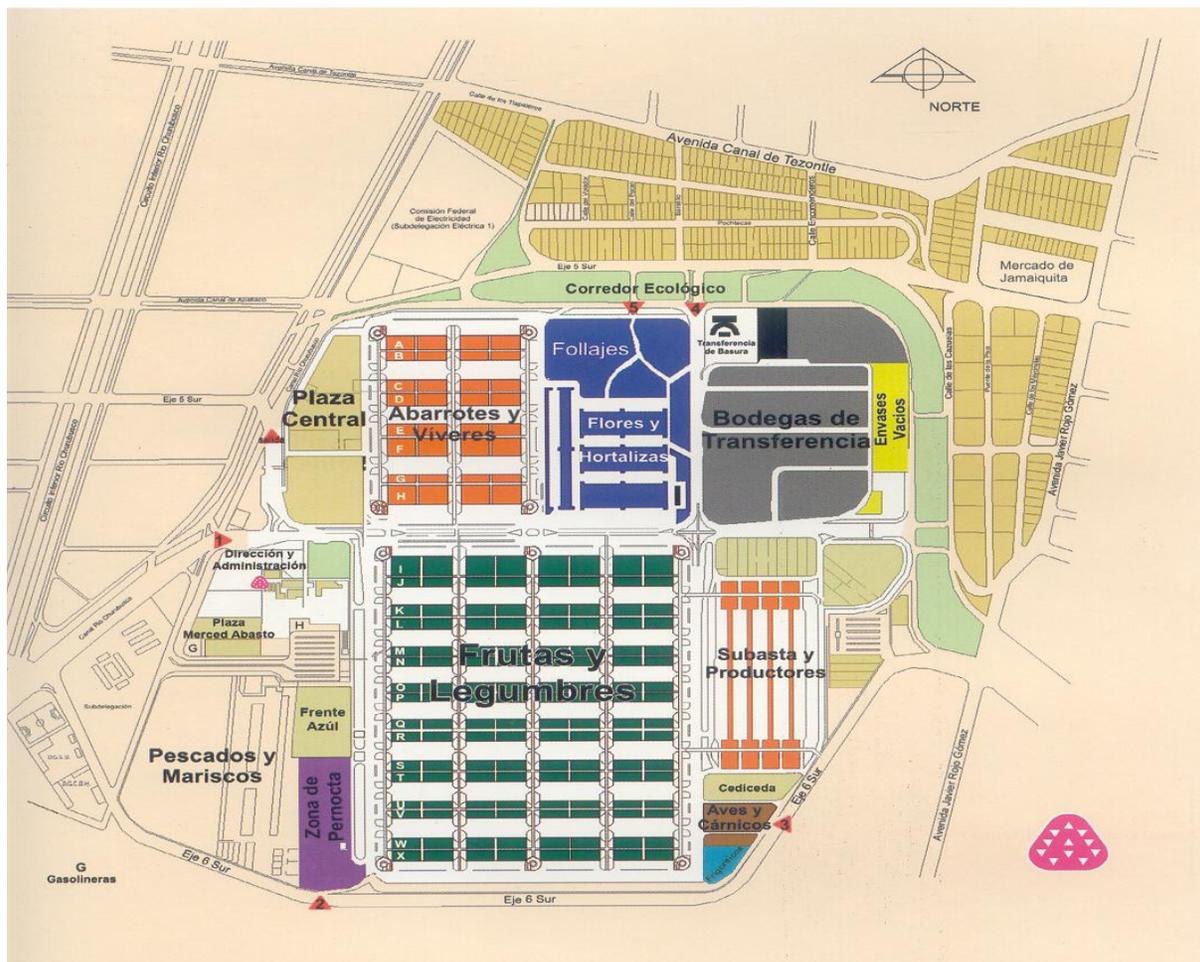


Figura 3. Croquis de la CEDA

Fuente: GDF-FICEDA (2010). 200 años. 1810-2010. El abasto en la ciudad de México

3.1.3 Marco jurídico del FICEDA

La CEDA se constituyó el 7 de julio de 1981, bajo la figura de fideicomiso privado con una vigencia de 99 años. El GDF y la Secretaría de Desarrollo Económico (SDE), así como los participantes adheridos al fideicomiso, tienen carácter de fideicomitente (quien transmite a una institución fiduciaria la propiedad o la titularidad de uno o más bienes o derechos para ser destinados a fines lícitos y determinados) y fideicomisario (personas que reciben el provecho del fideicomiso). En el caso de la institución fiduciaria (quien lleva a cabo los fines lícitos y determinados encomendados por el fideicomitente), era el banco Mexicano Somex, actualmente banco Santander Mexicano, S.A. (FICEDA, 2010).

La participación de los bodegueros y locatarios dentro del fideicomiso tuvo como objetivo crear un fondo para la construcción del mercado, la infraestructura y bodegas y, como el gobierno federal aportó los terrenos, los integrantes adquirieron el derecho de uso de las bodegas y locales o crujías por 99 años. Por lo cual, entre ellos es común heredar o rentar las bodegas o locales.

El órgano de gobierno de la CEDA está representado por el comité técnico (CT) y de distribución de fondos (FICEDA, 2002); tiene a su cargo la organización, administración y control de operación de la CEDA y se integra por representantes de los sectores público (gobiernos local) y privado. Entre sus principales facultades están las de aprobar los presupuestos de ingresos, gastos de administración, operación y vigilancia de la CEDA, así como los programas anuales de trabajo, fijar las bases conforme a las cuales el fiduciario deba contratar los servicios relacionados con la administración, vigilancia y mantenimiento de la CEDA.

El CT cuenta con una representación de asociaciones de participantes divididos por giros comerciales; este nombramiento recae en los mercados de frutas y legumbres, y de abarrotes, a saber, CEDA, A.C., UNCOFYL, A.C. y la Asociación de Distribuidores Mayoristas de Abarrotes, A.C.

En 1985 se creó la dirección general para vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas y administrativas del gobierno del DF hacia la CEDA, ordenar las visitas de verificación y, en su caso, aplicar las sanciones correspondientes de conformidad con las disposiciones jurídicas administrativas aplicables. Sin embargo, el jefe de gobierno del DF determinó, en 2002, que la administración y operación de la CEDA fuera responsabilidad única del sector privado, con lo cual la dirección general quedó adscrita a la SDE del GDF, así como un área administrativa denominada Fideicomiso de la Central de Abasto de la Ciudad de México (GDF, 2011b).

La administración general, dentro de la CEDA, está a cargo de un administrador general designado por el CT, con base en la terna que propone el jefe de gobierno del DF. Entre los objetivos se incluye la administración de los recursos humanos, financieros y de infraestructura del mercado; la seguridad; protección civil; prestación de servicios y el cumplimiento de la normatividad. Para el cumplimiento de sus funciones se apoya en tres direcciones generales: administración y finanzas; normatividad comercial y operación, y jurídica; así como tres coordinaciones: operación; seguridad, vialidad y protección civil, y planeación y desarrollo (FICEDA, 2010).

3.1.4 Aspectos socioeconómicos

Desde sus inicios, la CEDA cumple dos funciones estratégicas importantes, por una parte, en el abasto alimentario del país, al satisfacer las necesidades de alimentos de la población no sólo de la Ciudad de México sino de los estados de la República Mexicana; es un centro de acopio, distribución y comercialización al mayoreo y menudeo en los sectores agrícola y de abarrotes con una gran diversidad de clientes (Torres, 2010); beneficia a veinte millones de habitantes; comercializa 30% de la producción hortofrutícola y reporta un ingreso promedio de 30 mil ton/día de alimentos; se estima un movimiento económico anual superior a los nueve mil millones de dólares (GDF-FICEDA, 2010). La segunda función, es regular la oferta y la demanda de la actividad económica del país.

Para cumplir con sus funciones, la CEDA cuenta con una infraestructura comercial integrada principalmente por mercados, locales y de servicios (tabla 5 y 6).

Tabla 5. Infraestructura comercial

Área/Sector/Mercado	Superficie Núm.	Núm. Capacidad	Opera desde
Sector de frutas y legumbres	639,964 m ²	1881 bodegas/50-60 toneladas	1982
Estacionamiento en andenes para carga mayor		3,300 vehículos	
Sector de abarrotes y víveres	144,000 m ²	338 bodegas	1982
Almacenes contiguos a las bodegas		50-60 toneladas	
Estacionamiento en andenes para carga mayor		800 vehículos	
Locales comerciales		1489	1982
Mercado de subasta y productores	10.6 ha	624 tráileres	1982
Incluye: unidad de verificación			
bodegas	11.0 ha	96 lotes	1982
Mercado de aves y cárnicos	3.0 ha	111 bodegas	1995
Mercado de envases vacíos	1.7 ha	359 lotes (bodegas)	1982
Mercado de flores y hortalizas**	16.0 ha	3,188+ comerciantes permisionarios	1988
Mercado de Jamaiquita		276* locales	
Zona de pernocta o frente azul	5.1 ha	424 unidades/ hasta 30 toneladas	
Frigorífico		2,000 toneladas	
Plaza Merced Abasto	7,898.83 m ²	146 locales	1982
Estación de transferencia de residuos		2,000 toneladas	
Estacionamientos aéreos		3,224 cajones para automóviles	
Planta de tratamiento de agua		1	
Básculas		5	
Helipuerto		1	
Taller mecánico			
Áreas de carretilleros		1	
Área de reparación de contenedores			
Baños públicos			
Puestos de vigilancia	700 policías		

Fuente: Elaboración propia con materiales de diversas fuentes, e información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

* Cifra aproximada

** En ese año se realiza el traslado al mercado actual

+ Cifra para 2001 (FICEDA, 2002)

Tabla 6. Infraestructura de servicios

Servicio	Áreas de Apoyo	Núm.	Opera desde
Seguridad	Centro de inteligencia y monitoreo	267 cámaras en áreas internas, externas y accesos	2010
Transporte público	Paradero Oriente y Poniente	2	
Estación de carburación			
Bancarios	Sucursales bancarias	1	
Sociales	Bancos de alimentos: Sólo por Ayudar, A.C. Alimento para Todos, A.C. Centro de apoyo al menor trabajador Estancia del DIF Parroquia		1994
Culturales	La bodega del arte Plaza cívica		
Deportivas	Liga de fútbol		
Oficinas públicas	Agencia Núm. 60 del Ministerio Público Juzgado Cívico Depósito de vehículos Núm. 25 Central de bombeo		1989
Otros	Mercado de pescados y Mariscos Restaurantes Gasolinera Centro comercial	265 bodegas en 9 ha	1992
Publicaciones	"Nuevo abasto" "Informativo del abasto"		

Fuente: Elaboración propia con materiales de diversas fuentes e información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

Son tres las asociaciones dentro de la CEDA y cumplen una importante función. Dos de ellas agrupan a participantes y permisionarios del mercado de frutas y legumbres: CEDA, A.C. y UNCOFYL, A.C. La primera, se constituyó formalmente en 1981, favoreció el cambio de La Merced a la CEDA y mantiene constante comunicación con la administración general. Incluye y apoya a la mayoría de los grupos especializados (GE) como los agremiados de tomate, plátano, papaya, cebolla, guayaba, chiles frescos, chiles secos, papa, jitomate y cítricos, aunque no todos los GE están formalmente constituidos (el de paperos se protocolizó ante notario público). También agrupa a participantes del sector de abarrotes, aves y cárnicos.

La CEDA, A.C. coordina actividades con la Secretaría de Economía (SE) en grupos de trabajo para la emisión de normas de etiquetado y envasado, entre otras actividades. Con la Confederación Nacional de Agrupaciones de Comerciantes de Centros de Abasto, participa en el Programa de Competitividad en Logística y Centrales de Abasto de la SE del gobierno federal. La asociación apoya también a transportistas en caso de conflictos, particularmente si

tienen relación con los socios del mercado de frutas y legumbres; en el rubro social, donan el excedente al banco de alimentos. A la fecha, esta asociación no interviene en el manejo de residuos.

UNCOFYL, A.C. surge en 1925 en el mercado de La Merced, cuenta con 380 socios que pagan una cuota anual de \$1,600.00 M.N; en su mayoría pertenecen al mercado de frutas y legumbres, y en menor cantidad a los sectores de abarrotes y víveres, cítricos y hortalizas. La asociación apoya a sus socios en la medida que se respete la normatividad dentro de la CEDA. Esta asociación recibe quejas de sus socios en relación con los contenedores de residuos cuando están saturados, y la recolección de residuos tiene deficiencias en la recolección.

Los representantes de la asociación detectaron apatía de los socios para depositar los residuos en los contenedores, pero dado que los representantes no son la autoridad competente para intervenir en el manejo de residuos están imposibilitados a actuar en esa materia.

La CEDA tiene convenio con bancos de alimentos para la donación de perecederos. Alimento para Todos, A.C. se ubica en la porción Este frente a la vialidad Subasta Oriente (“Lolita”), es una institución privada fundada legalmente en 1994. Cuentan con oficinas, bodega, área de selección y empacado de productos, y frigorífico. Su objetivo es ayudar en alimentación a poblaciones marginadas sin fines de lucro ni políticos ni religiosos; apoyan con alimentos a 105 instituciones con población pobre.

El personal, básicamente, lo constituyen grupos recolectores y trabajadoras sociales. Tienen convenios con diversas empresas que aportan alimentos o dinero para su adquisición; en el caso de la CEDA, el convenio se limita a la recolección diariamente de producto a partir de las 9 horas en el mercado de frutas y legumbres.

En casos de excedente de producto, los bodegueros llaman a la institución para la recolección; en ocasiones, las donaciones se convierten en residuos porque la propia institución está saturada de producto.

El albergue para niños y adolescentes está ubicado en el andén-4 del mercado de subasta y productores. Cuenta con un pequeño comedor a la entrada, área de juegos y vigilancia; funciona como guardería y también se le conoce como “Estancia del DIF” para madres trabajadoras de la CEDA.

Los carretilleros cumplen una función importante para el transporte de mercancías en la CEDA; están agrupados en cooperativas y asociaciones civiles; pagan cuotas y sus ingresos dependen de las gratificaciones de los clientes. Igualmente, existen organizaciones de pepenadores bajo la dirección del fideicomiso.

Las actividades culturales se realizan en La bodega del arte, ubicada en la porción sureste del mercado de frutas y legumbres, está concesionada y funciona como galería y centro de exposiciones y otros eventos.

3.1.5 Actores sociales

El manejo de los RSU se vincula con los diferentes actores sociales y sus relaciones entre sí: autoridades gubernamentales, delegaciones locales, autoridades del fideicomiso, generadores de RSU y segregadores, cuyo rol, participación y desempeño son importantes al considerar un manejo integral de RSU (tabla 7).

Tabla 7. Principales actores sociales en la CEDA y su participación

Actor	Responsabilidad/Actividad
Gobierno del DF:	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la política local ambiental en materia de residuos • Presidente y suplente del CT del fideicomiso • Aplicación de la LRSDF y su reglamento • Aprobación del PGIRS • Aplicación de la Ley de Salud
Dirección General de Servicios Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de la operación de la ET en la CEDA, plantas de separación y composta en el DF • Operación del RSBP
	<p>Nota: Las delegaciones de Iztapalapa e Iztacalco depositan en la ET ubicada en la CEDA</p>
Delegaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de limpia
Trabajadores del servicio de limpia:	<ul style="list-style-type: none"> • Delegaciones • Fideicomiso
Fideicomiso: Administración de la CEDA (gerencia de limpia, transporte y equipo, Dirección de Mantenimiento)	<ul style="list-style-type: none"> • Administración y mantenimiento. • Recolección de residuos y limpieza dentro de la CEDA
Generadores de RSU: Clientes mayoreo y menudeo	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de productos para consumo propio o comercialización • Aporte de RSU de viviendas, tianguis, mercados sobre ruedas
Bodegueros, permisionarios, locatarios y vendedores ambulantes	<ul style="list-style-type: none"> • Participantes del fideicomiso • Participación en el CT • Comercialización y venta de productos • Separación de RSU en fuente en RO y RI
Alimento para todos, A.C. Sólo por ayudar, A.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo con la CEDA para donación de perecederos (frutas y legumbres)
Áreas de servicios y administrativas de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de RSU en fuente en RO y RI
Segregadores y comercializadores de RSU:	
Particulares que comercializan RO	<ul style="list-style-type: none"> • Compra directa de residuos de aves para la producción de alimento para mascotas • Compra directa de perecederos para la elaboración de alimento en expendios formales e informales
Líderes de asociaciones de pepenadores asentados dentro de la CEDA	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de materiales reciclables a pepenadores menores y acopio de materiales • Venta de materiales reciclables a empresas privadas
Pepenadores que comercializan productos reciclables a baja escala	<ul style="list-style-type: none"> • Segregación de RSU y comercialización
Pepenadores de FO para consumo propio	<ul style="list-style-type: none"> • Segregación de FO
Proveedores de servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte, finanzas, salud, entre otros

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la legislación ambiental local y durante los recorridos de campo.

3.2 Manejo de los residuos sólidos urbanos

De acuerdo a la LGPGIR (DOF, 2003), artículo 5, fracción XVII, y en la LRSDF (GDF, 2003), artículo 3º, fracción XXIII, el manejo integral de los residuos involucra a todas 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. Pueden presentarse de manera individual o combinada para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, a fin de dar cumplimiento a los objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social, en ambas leyes.

Para un manejo adecuado de los RSU es necesario llevar a cabo su caracterización con el propósito de conocer las propiedades cualitativas (composición) y cuantitativas (cantidad generada), con base en sus propiedades físicas, químicas y biológicas y establecer los posibles efectos adversos a la salud y al ambiente (GDF, 2008).

Para conocer el manejo de los RSU en la CEDA, se realizaron los recorridos de campo en los ocho mercados ubicados dentro de la CEDA: frutas y legumbres; flores y hortalizas; abarrotes y víveres; Jamaiquita; aves y cárnicos; subasta y productores; envases vacíos, y pescados y mariscos (Nueva Viga); también, en las áreas de apoyo dentro de la CEDA: plaza Merced Abasto; zona de pernocta (“Frente Azul”); paraderos Oriente y Poniente; y bodegas de limpia y taller mecánico de la GLTE, administración general (y áreas en la misma ubicación); ET; bodegas; oficinas de Alimento para todos, A.C.; CEDA.A.C., básculas; estacionamientos públicos superficiales y aéreos; vialidades; interiores y periféricas, y zonas de pepena.

Se realizó un recorrido exterior por otras áreas de servicios como son locales comerciales, baños públicos (regaderas, sanitarios) y oficinas; éstos tienen una función social dentro de la CEDA como son dar apoyo al menor trabajador, planta de tratamiento de agua, helipuerto, taller mecánico general actual y nuevas instalaciones, bodega del arte y albergue infantil. Además se visitó y entrevistó a los representantes de las asociaciones de la CEDA, A.C. y UNCOFYL, A.C. A continuación se presenta la caracterización de los RSU en la CEDA.

3.2.1. Generación

El análisis de la generación de RSU en la CEDA se efectuó a partir de la información aportada por la GLTE (anexo 3) sobre la generación promedio mensual de RSU mezclados para 2009, sin identificar su origen. El rango de generación mensual de RSU varía entre 550.83 ton/día y 458.47 ton/día con un promedio de generación de 503.6 ton/día, figura 4.

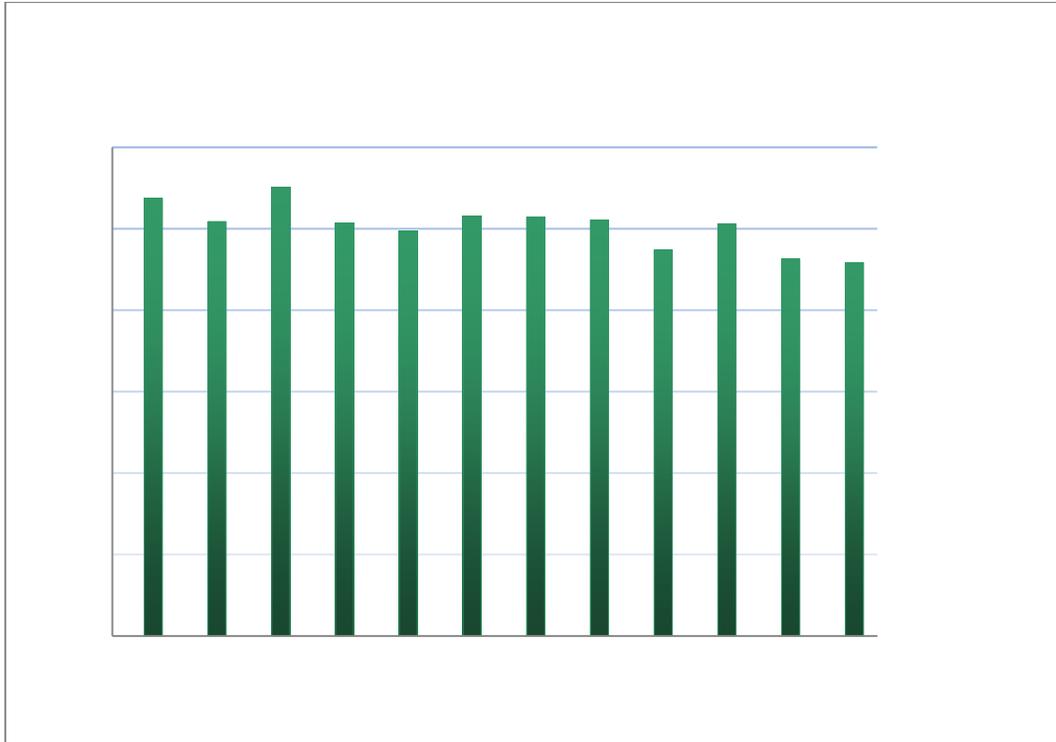


Figura 4. Generación promedio mensual para 2009 de residuos sólidos urbanos en la CEDA

Fuente: Elaboración propia con datos de la Gerencia de Limpia, transporte y equipo de la CEDA.

Los factores identificados que influyen en la generación de RSU son siguientes.

- **Condiciones climatológicas.** En los meses del año con temperaturas más altas, aunado a los de mayor humedad, los productos perecederos tienen una vida de anaquel más corta y hay una mayor generación de FO. En el país la producción es cíclica, esto es, un mismo producto se cultiva en diferentes estados. Por ejemplo, si el clima cambia en una cierta área y deja de producirse, en otra zona con clima más benigno se empezará a producir el mismo producto; por ello, dependiendo de la región del país, durante todo el año hay productos diversos, gracias a la gran variedad de climas y a la comercialización de productos de importación. La disponibilidad de frutas y verduras frescas depende del transporte y su eficiencia. Una de las características del consumo actual es una menor dependencia de la estacionalidad (Torres, 2010).

- La oferta y la demanda. En los meses de noviembre y diciembre la gente tiende a consumir y preparar mayor cantidad de alimentos, además de comprar flores. Lo anterior supone una mayor generación de FO. Asimismo, en esos meses también aumenta la generación de RI derivados de festejos como envolturas de regalos, empaques, botellas, latas, envolturas y enseres.

- Planificación en la producción. Derivada de la disminución de precio en los productos por el excedente de oferta, debido a condiciones de producción no siempre planificadas y a las condiciones propias de los productores, genera un menor o mayor consumo.

La información de 2009 no refleja un patrón definido de generación, ya que los factores citados están interrelacionados. Sin embargo, la GLTE, de la CEDA, informó que de acuerdo a la recolección de los RSU, el porcentaje de generación por mercado es el siguiente: frutas y legumbres (50%), flores y hortalizas (25%), abarrotes (15%) y otros (10%).

3.2.2 Composición física

Para la valorización de residuos, por medio de tecnologías como la DA y el compostaje, se debe contar con sustratos limpios por sus efectos en el proceso mismo y en el producto para el usuario final (Guilford, 2009; Levis, *et. al.*, 2010).

El análisis de la composición de los RSU, en la CEDA, se elaboró a partir de la observación en campo durante los recorridos realizados de septiembre a noviembre de 2010, ya que no se ejecutó un estudio de composición. Se observó que la FO es la que se genera en grandes cantidades, dado que los mercados de frutas y legumbres, flores y hortalizas son los de mayor extensión. En 2009 se registró una generación promedio diaria de 578.6 toneladas de RSU; 503.6 toneladas (87%) correspondieron a la FO y RI que la contaminan por falta de separación en fuente, y 75 ton/día (13%) de materiales factibles de reciclar recuperados mediante segregación (pepena). Esta información fue proporcionada por la GLTE de la CEDA. Los materiales reciclables están representados por cartón, papel, periódico, vidrio, plástico y PET segregados en los propios contenedores o antes de que lleguen a ellos; ya que los bodegueros y locatarios se los proporcionan, a cambio de llevar los residuos a los contenedores generales.

Lo que se registra en la ET son los RSU mezclados, los cuales ya no fue posible separar en los contenedores generales. En éstos, se observaron bolsas de plástico con residuos domiciliarios generados por bodegueros, locatarios y clientes que ingresan a la CEDA. Ante

esta situación, el fideicomiso implementó revisiones en las casetas de entrada a fin de detectar estas irregularidades y remitir a los responsables a la Agencia número 60 del Ministerio Público.

3.2.3 Flujo de los residuos sólidos urbanos

Cuando un material reúne las características de residuo pasa a formar parte de un proceso de operaciones secuenciales para su manejo (SEDESOL, 2009). Se conoce como flujo de residuos al proceso caracterizado por diversas etapas vinculadas y planeadas estratégicamente (SEMARNAP, 1996). Este proceso se observó en campo en las instalaciones donde se realizó el diagnóstico de manejo de los residuos.

La importancia del diagrama de flujo de los RSU radica en permitir la identificación clara y objetiva de las diferentes etapas del manejo de éstos, y la secuencia durante el proceso desde su generación hasta su disposición.

En este contexto, en la figura 5 es posible observar las etapas identificadas en el flujo de los RSU dentro de la CEDA: generación, aprovechamiento, barrido, almacenamiento, recolección y transporte primario, segregación, transferencia y transporte secundario, y disposición final. Asimismo, se identifican carencias de información como: (i) la cantidad total de residuos generados en la CEDA y de los depositados en los contenedores generales, (ii) la cantidad de residuos segregados para su valorización y los rubros respectivos, a excepción del correspondiente al contenedor de lechugas del mercado de hortalizas.

A continuación se describirán las etapas del flujo de RSU observadas durante el trabajo de campo en cada uno de los siete mercados que administra el fideicomiso: frutas y legumbres; flores y hortalizas; abarrotes y víveres; Jamaiquita; aves y cárnicos; subasta y productores, y envases vacíos. También se incluye la asociación Alimento para todos, A.C., la cual genera FO, principalmente derivada de la limpieza y merma de frutas y legumbres, productos donados por el mercado del mismo nombre. El orden en que se citan los mercados corresponde a sus dimensiones físicas y al porcentaje generado de FO.

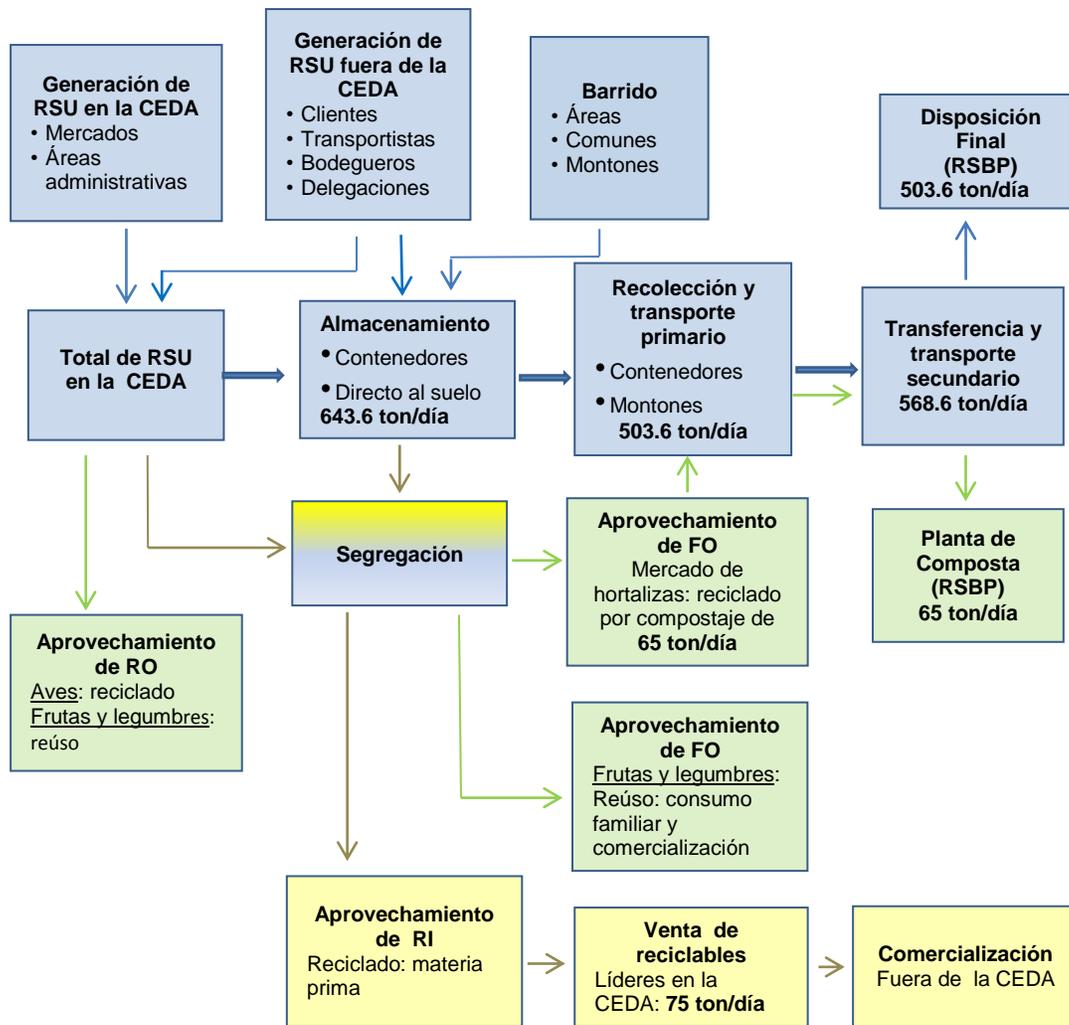


Figura 5. Diagrama de flujo de residuos sólidos urbanos en la CEDA

Fuente: Elaboración propia

Debido a las particularidades que presenta cada mercado, se describe para cada uno de ellos las etapas de: (i) generación, (ii) aprovechamiento, (iii) almacenamiento, (iv) recolección y transporte primario, y (v) segregación. Posteriormente, para todos los mercados se especifican las etapas comunes a ellos: (i) barrido, (ii) transferencia y transporte secundario, y (iii) organización y operación del servicio de limpia. Además, lo relativo al área de pepenadores dentro de la CEDA; algunas empresas los comercializan, éstas se ubican fuera de la CEDA y frente a la ET como parte del aprovechamiento de materiales reciclables.

MERCADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES

Lo integran cinco pasillos identificados con las letras de la E” a la “W y por ocho andenes, o naves, señalados con las letras de la I a la X. Los patios de maniobras incluyen cajones de estacionamiento para las bodegas y las maniobras de carga y descarga de productos. Los patios de maniobras se ubican en la parte posterior de los andenes; las bodegas, en los andenes y los locales, en pasillos.

Las bodegas están equipadas de acuerdo al producto; algunas incluyen: elevador, tapanco, bandas automáticas, lavadoras de producto, básculas, almacén, oficinas y cámaras de refrigeración, entre otros (figura 6).



Figura 6. Mercado de frutas y legumbres. Bodega con banda automática.

Los bodegueros pagan una cuota mensual de mantenimiento, cuyo monto depende de las dimensiones de cada bodega. Para una de 96 m² varía entre 2 400 y 2 500 pesos, incluye servicios de recolección de basura, aseo, luz y vigilancia de áreas comunes. Dentro de cada bodega se tienen depósitos para residuos que son vaciados en los contenedores generales. Este mercado cuenta con estacionamientos públicos superficiales y aéreos.

Inicialmente el mercado se dividió por sectores, caracterizados por la venta de un solo producto por andén. Sin embargo, con el paso del tiempo, las bodegas cambiaron de dueños y de giro, y los productos que se comercializan no son privativos de un sector. Es importante mencionar que al estar mezclados los productos, los residuos también lo estarán, dada la ubicación de los contenedores generales en los patios de maniobras. Los principales productos que se expenden en este mercado se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Productos del mercado de frutas y legumbres

Andén	Productos
I – J	Piña, sandía, naranja, toronja, plátano, chayote, calabaza, coco
K – L	Ajo, cebolla, uva, guayaba, papaya, tuna
M – N	Limón, sandía, papaya, jitomate, papa, chile, sandía
O – P	Papa, chiles, tomate
Q – R	Jitomate, calabaza, tomate verde, cebolla, uva, manzana, melón, papaya, tuna y mandarina
S – T	Sandía, piña, jícama, mango petacón, ciruela huesuda, tuna, pera, durazno
U – V	Caña de azúcar, plátano dominico, plátano macho, papaya, sandía, naranja, camote, pera y mandarina
W – X	Zanahoria

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

Generación. Los residuos que se observan en los contenedores generales son el resultado de la limpieza de los productos que se venden: cáscara de tomate, piel de cebolla y ajo; hojas, tallos, rabos de chiles y merma de productos en general; bolsas de plástico, unicel, latas de refresco, cajas de madera, cartón, periódico, película plástica (*emplyer*) y fleje (figura 7). Abunda el residuo de caña de azúcar (composta), figura 8.



Figura 7. Mercado de frutas y legumbres. Composición de RSU.



Figura 8. Mercado de frutas y legumbres. Residuos de bodegas de caña de azúcar.

Se genera también lodo por el lavado de naranja, papa, jícama (figura 9). Las descargas directas a patios de maniobras de observan en la figura 10.



Figura 9. Mercado de frutas y legumbres. Lodos derivados de la limpieza de papa.



Figura 10. Mercado de frutas y legumbres. Descarga de bodega directa a patios de maniobras.

La limpieza y preparación de productos se realizan en los patios de maniobras y en los pasillos que conectan a los andenes. Cuando las bodegas quedan frente a los contenedores, el personal efectúa la limpieza en el propio contenedor general.

Debido a que no hay recipientes para residuos, es común encontrarlos en los patios de maniobras, andenes, pasillos y cabeceras del mercado.

Aprovechamiento. Se lleva a cabo mediante el reúso de la FO, esto permite su valorización directa de las siguientes formas:

- i) Consumo familiar.
- ii) Donativos a Bancos de alimentos. Cuentan con recolectores, quienes pasan a las bodegas a partir de las 9:00 horas diariamente y de pepenadores, antes de que los residuos lleguen a los contenedores generales.
- iii) Comercialización.
- iv) Mediante el reciclado de materiales como cartón, papel, vidrio y PET para producir materia prima.

Almacenamiento. Cada bodeguero tiene un recipiente o depósito dentro de su almacén. Algunos separan el papel, cartón y plástico; el resto de los residuos los depositan mezclados en los contenedores generales.

Los contenedores generales están ubicados en los patios de maniobras. El mercado de frutas y legumbres cuenta con 64 contenedores de 17 m³ de capacidad: 55 metálicos y nueve de concreto (estos últimos se construyeron en 2007), se localizan frente a los pasos peatonales, dos por pasillo; en su mayoría, están identificados por una clave. Tanto los contenedores de metal como los de concreto permanecen sucios por falta de limpieza, se encuentran a la intemperie y al descubierto; algunos de los metálicos se encuentran en malas condiciones (figuras 11 a y 11 b).



Figura 11 a. Mercado de frutas y legumbres. Contenedor de 17 m³ identificado como R-2, se ubica entre las bodegas R-72 y R-74.



Figura 11 b. Mercado de frutas y legumbres. Contenedor de concreto de 17 m³, situado en el andén "S" frente a las bodegas 95 y 97.

El piso de las áreas, donde se encuentran los contenedores, está carcomido. Cuando llueve se forman charcos y es un riesgo para clientes y carretilleros. Es evidente la falta de limpieza en las áreas de los contenedores generales.

Los bodegueros tienen un límite máximo por día para depositar residuos en contenedores generales: diez costales, diez cajas de madera o dos tambos de 200 litros, aunque no existe vigilancia ni control. Cuando hay merma en exceso, y los bancos de alimentos no aceptan las donaciones por saturación, los bodegueros deben pagar extra al Fideicomiso para la recolección de residuos y su envío a la ET.

Durante los recorridos de campo fue posible observar estructuras que indican que hubo un intento de separación de RSU, ya que están identificadas para RO y RI (figura 12). La CEDA, A.C., confirmó lo anterior e informó que después de la entrada en vigor de la LRSDF (2003), el Fideicomiso notificó al mercado de frutas y legumbres, pero no se conoció más sobre el asunto; asimismo, muchos visitantes, algunos permisionarios y participantes almacenaban residuos generados en sus viviendas en depósitos de la CEDA y, a falta de vigilancia, las autoridades decidieron retirar los recipientes para residuos de las áreas comunes y de los estacionamientos aéreos.



Figura 12. Mercado de frutas y legumbres. Estructuras para la separación de RSU, de un programa anterior, ubicadas en el andén Q-R, al lado de la bodega R-122.

Recolección y transporte primario. El horario de recolección de contenedores no es fijo, pero se lleva a cabo diariamente en los turnos matutino y vespertino. Algunos bodegueros y empleados se quejan porque la recolección se realiza cada tercer día. Esto se confirmó por el desagradable olor que invade a los patios de maniobras y el flujo de lixiviado que escurre de los contenedores generales.

En la CEDA, para el retiro de residuos y contenedores metálicos, se utilizan: camionetas grúa de 5 m³, camiones de volteo de 7 m³ y 14 m³ y camiones grúa de 17 m³; y minicargadores frontales Bobcat. Se emplea un “sistema de arrastre” que consiste en insertar una placa debajo del contenedor e introducirla en un riel (figuras 13 a y 13 b).



Figura 13 a. Equipo de recolección de RSU. Camioneta grúa CK-213 de 5 m³.



Figura 13 b. Mercado de frutas y legumbres. Retiro de contenedor de 17 m³ con sistema de arrastre por un camión de 17 m³.

El residuo que queda en el piso lo retira un trabajador con una pala de forma manual. Una vez que el camión grúa retiró el contenedor, éste no se tapa por lo que deja residuos en su trayecto a la ET. Mientras se retira, el contenedor metálico no se sustituye y la gente deposita directamente los residuos al suelo (figura 14).



Figura 14. Mercado de frutas y legumbres. Residuos depositados directamente al suelo cuando se retiran los contenedores de metal.

El movimiento de contenedores se realiza de acuerdo a lo que observen los inspectores, a través de radio movilizan camiones, grúas y minicargadores frontales. Se inspeccionó que no hay una coordinación en el envío de equipo; los camiones deben esperar al equipo de recolección.

En el caso de los residuos en contenedores de concreto, se utiliza una retroexcavadora (figura 15), ésta deposita los residuos a un camión de 14 m³ y se realiza el traslado a la ET.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente, en este mercado los olores desagradables son muy fuertes debido a la descomposición de MO.



Figura 15. Equipo de recolección de RSU. Retroexcavadora.

Segregación. En los contenedores generales hay segregación de residuos. Generalmente, los pepenadores separan periódico, cartón, papel y plástico, juntan montones de materiales en los pasillos peatonales que comunican a los andenes frente a los contenedores (figura 16).



Figura 16. Mercado de frutas y legumbres. Separación de materiales reciclables.

La segregación de frutas y hortalizas es para consumo familiar y en general, los pepenadores no contribuyen a esparcir los residuos, más bien obstaculizan las áreas comunes de tránsito. La mayoría de los pepenadores deambulan durante la mañana y tarde, revisan los contenedores, esto dificulta determinar el número de ellos (figura 17).



Figura 17. Mercado de frutas y legumbres. Segregación de FO para consumo familiar.

MERCADO DE FLORES Y HORTALIZAS

A su vez, este mercado está compuesto por dos mercados: flores y follaje, y hortalizas.

Mercado de flores y follaje. Se ubica al Norte del mercado de hortalizas, está dividido en dos zonas: el área Este que se usa como estacionamiento y patio de maniobras (colinda con la entrada 4 a la CEDA) y el corralón de autos. La porción Oeste es donde propiamente se localizan los puestos a cielo abierto tanto de flores como de follaje y venta directa al público (figura 18).



Figura 18. Mercado de flores y follaje. Área de estacionamiento, maniobras y venta al público.

El mercado de flores tiene una porción techada que corresponde a puestos fijos; el resto, a los semifijos. Se calculan cerca de 400 lugares, aproximadamente 300 son de flores y el resto de varios, no se cuenta con un censo de locatarios. En esta zona se establecen temporalmente puestos por Día de Muertos y Navidad. También existe una zona para venta de flores.

En los puestos de flores los productores llegan a partir de las 22 horas y permanecen hasta las 18 horas del día siguiente; provienen del Estado de México, principalmente. Venden gladiolas, rosas, eleonoras, aves del paraíso y follajes, entre otras. Hay puestos semifijos de rosas, conocida como “Zona de rosas”. Los puestos de follaje son semifijos y localizan a cielo abierto. La parte techada del mercado alberga puestos fijos de flores (figura 19).



Figura 19. Mercado de flores y follaje. Parte techada del mercado de flores.

Generación. Principalmente, consiste en residuos de flores y follaje que se tiran directamente al piso aunque hay contenedores metálicos en diferentes áreas.

Aprovechamiento. No se observó algún tipo de aprovechamiento de los residuos en este mercado.

Almacenamiento. El almacenamiento de residuos se realiza directamente al piso en el mercado de follaje aunque hay contenedores. En éstos, los residuos corresponden a inorgánicos, principalmente. Los contenedores metálicos están ubicados a cielo abierto, sin tapa ni protección impermeable en el terreno natural. En total 4: (3) de 5 m³ y (1) de 17 m³ (figura 20).



Figura 20. Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos en contenedor de 17 m³, ubicado frente al Eje 5 Sur.

Frente al área techada del mercado de flores se encuentran los contenedores de rosas (figura 21) y gladiolas.



Figura 21. Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos en contenedor de 5 m³, conocido como de rosas.

Existía otro contenedor conocido como de “cilantro” pero está en reparación. Los contenedores son retirados para ser reparados y en algunos casos no son colocados de nuevo, o sólo tienen carácter temporal, como se describe a continuación.

Durante la venta del “Día de Muertos” se retiran los dos contenedores: el de rosas y el de gladiolas, debido a la gran circulación de clientes y los permisos para puestos semifijos de venta de flores típicas de esa fecha; después del 2 de noviembre se vuelven a colocar. Durante, esos días se observó en el piso una gran cantidad de residuo amontonado (figura 22).



Figura 22. Mercado de flores y follaje. Venta de “Día de Muertos”.

Frente al terreno donde se vende calabazas hay otro contenedor provisional de 17 m³ (figura 23). Se retira en enero del siguiente año.



Fig. 23. Mercado de flores y follaje. Almacenamiento de residuos de calabaza en contenedor de 17 m³ por la venta de “Día de Muertos”.

En la tabla 9 aparecen la ubicación y características de los contenedores de este mercado.

Tabla 9. Contenedores en el mercado de flores y follaje

Núm. de contenedores	Identificación	Capacidad (m ³)	Ubicación
1	H-1	5	Estacionamiento (junto a depósito de vehículos)
1	S/I	17	Norte (frente al Eje 5 Sur)
1	F-01	5	Área de rosas sobre la vialidad, colinda con el mercado de abarrotes y víveres
1	L	5	Área de gladiolas sobre la vialidad, colinda con el mercado de abarrotes y víveres

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

Recolección y transporte primario. La recolección de residuos se realiza con camiones de volteo y minicargadores, de acuerdo a las necesidades que detectan los inspectores.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en este mercado, los olores desagradables son muy fuertes por la descomposición de MO.

Segregación de residuos.- En este mercado no se observó segregación de residuos en contenedores generales.

Mercado de hortalizas. Está compuesto por:

1) Un área de productores de elote a cielo abierto (conocida como subasta) que también se usa como estacionamientos de autos y camionetas (figura 24).



Figura 24. Mercado de hortalizas. Área de productores de elotes.

2) Una zona techada que corresponde a productores de cilantro, rábano y betabel, donde también se vende epazote, cebolla de cambray o de rabo, espinacas, nopal, lechugas, yerbabuena y brócoli (figura 25).



Figura. 25. Mercado de hortalizas. Área de productores de cilantro, rábano y betabel.

3) El mercado formalmente construido consta de tres naves techadas y numeradas de Norte a Sur (1, 2 y 3). La nave 1 es conocida como de lechugas; la nave 2 sección Norte es de cebollas y la Sur, de zanahoria; la nave 3 sección Norte es de cebollas y la Sur de elotes y nopales (figura 26).



Figura 26. Mercado de hortalizas.

Generación. Los residuos corresponden a hojas de elote, jitomate, lechuga, zanahoria, nopal, cilantro, rábanos, betabel y coliflor, principalmente (figura 27).



Figura 27. Mercado de hortalizas. Residuos mezclados generados.

Aprovechamiento. De FO:

- i) Alimento para animales, mediante el reúso. Esta información fue proporcionada por vendedores; sin embargo, no fue posible conocer una cifra, ni siquiera aproximada, del aprovechamiento de los residuos mediante esta práctica.
- ii) Hoja de elote. Los residuos se aprovechan por reúso. Una vez concluida la venta, se comercializan al mayoreo.
- iii) Residuos de lechuga. A partir de 2005, diariamente, entre las 8:00 am y las 12:00 pm, personal de la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) recolecta, con un minicargador frontal BOBCAT S 300 y un camión de 14 m³ FO, en el mercado de Hortalizas en la nave 1, contenedor Norte conocido como de lechuga para su envío a la PC del RSBP, una cantidad aproximada entre 60 y 70 toneladas para su valorización por medio del compostaje. Se eligió este contenedor porque la FO está prácticamente limpia. Esta actividad es apoyada por el personal de esa Dirección General al separar las bolsas de plástico y otros materiales que pueden contaminar la FO. Después de las 12:00 horas, personal de la CEDA recolecta los residuos por su cuenta (figura 28).
- iv) Consumo familiar. Mediante el reúso y consumo directo.

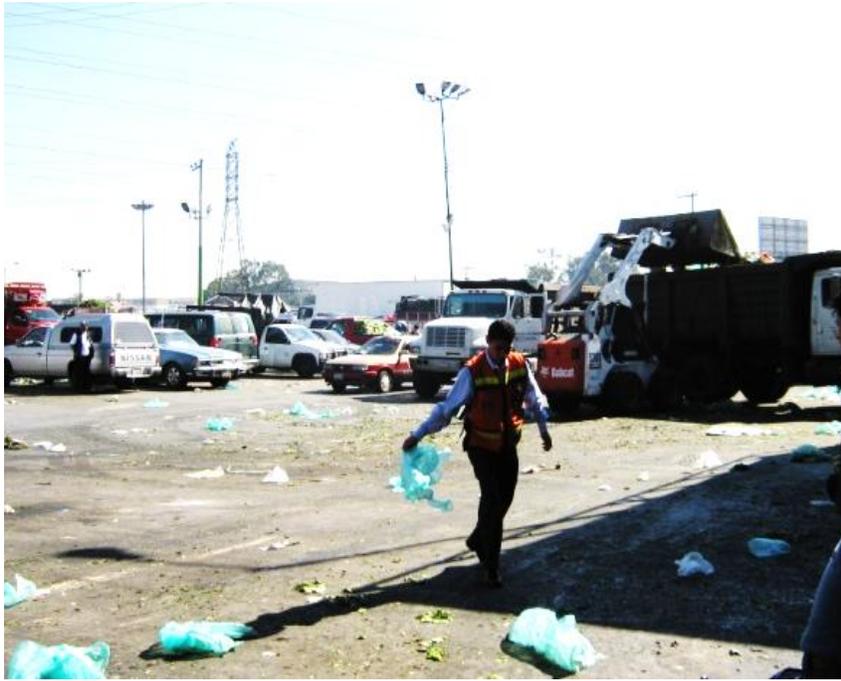


Figura 28. Mercado de hortalizas. Recolección de residuos en el contenedor de lechugas para su envío a la PC del RSBP.

Almacenamiento. En el mercado de productores de cilantro, rábano y betabel, los residuos se concentran en un sitio único frente a la entrada del mercado y la vialidad que comunica con la nave 3 y directamente en el suelo (figura 29).



Figura 29. Mercado de hortalizas. Área de productores de elote.

En el mercado de hortalizas existen áreas de concreto construidas originalmente para albergar contenedores que no se han colocado; se ubica en la parte media, dos por cada nave (una al Norte y otra, al Sur). Algunas son utilizadas como bodegas por lo que los residuos se depositan fuera de esas áreas (figura 30). Este mercado cuenta con seis áreas de concreto para albergar contenedores.



Figura 30. Mercado de hortalizas. Áreas para albergar contenedores ocupadas como bodegas.

Recolección y transporte primario. Del sitio donde se concentran los residuos, éstos son recolectados por un minicargador frontal Bobcat S 300 para depositarlos en camiones de 14 m³ (figura 31) para su envío a la ET.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en este mercado, los olores desagradables son muy fuertes por la descomposición de MO.



Figura 31. Mercado de hortalizas. Recolección de residuos frente al contenedor de elotes de la nave 3.

Segregación de residuos. Esta práctica se observó tanto en áreas que albergan contenedores como en los sitios donde se acumulan en montones directamente en el suelo. La realizan diariamente pepenadores; segregan la FO para consumo propio o comercialización, principalmente por las mañanas. El número de ellos es variable y deambulan por todos los contenedores (figura 32).



Figura 32. Mercado de hortalizas. Segregadores.

MERCADO DE ABARROTES Y VÍVERES

Consta de cuatro andenes identificados de la “A” a la “H”, se dividen en tres pasillos, numerados 1, 2 y 3. Las bodegas se ubican en los pasillos, en los andenes y locales. Los patios de maniobras se encuentran entre los andenes: “B-C”, “D-E”, “F-G”, al Norte del “A” y Sur del “H”. Es un mercado construido formalmente e incluye también estacionamientos para clientes. Los principales productos se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Productos del mercado de abarrotes y víveres

Andén	Productos y servicios
A – B	Azúcar, (chiles secos venta y limpieza), insumos para panificadoras, alimento para mascotas, desechables, semillas, básicos, dulces, lácteos
C – D	Vinos, latería, granos, servicios financieros, refrescos, huevo
E – F	Leche, farmacia, cosméticos, productos de higiene personal y en general
G – H	Cárnicos, fruta, verdura, lácteos

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

Generación. Este mercado se encuentra limpio. Los residuos en los contenedores son cartón, papel y plástico, además de unicel mezclados con un mínimo de perecederos (figura 33), dada la variedad de productos y servicios (figura 34).



Figura 33. Mercado de abarrotes y víveres. Residuos generados reciclables, en su mayoría.



Figura 34. Mercado de abarrotes y víveres. Residuos que se generan por la limpieza de chiles.

Aprovechamiento. La valorización de materiales como cartón, papel, vidrio y PET, se lleva a cabo mediante el reciclado para producir materia prima.

Almacenamiento. Se cuenta con contenedores de metal con capacidad de 5 m³ y 17 m³, ubicados en los patios de maniobras. Hay cuatro contenedores por patio de maniobras, a excepción del andén “A” y “H”, ahí sólo hay dos en cada uno; en el patio de maniobras “D-E” hay cinco contenedores. Están en buen estado, y en su mayoría identificados; las áreas aledañas están limpias. Se localiza un total de 17 contenedores: 5 m³ (12) y 17 m³ (5). En algunos pasillos se observaron botes para residuos.

Recolección y transporte primario. La recolección de contenedores para su vaciado en la ET se lleva a cabo por la tarde después de las 18:00 horas con camiones grúa y minicargadores frontales.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Este mercado tiene la ventaja de que la mayor parte de los residuos, aunque mezclados, son inorgánicos.

Segregación de residuos. Hay menos pepenadores que en el mercado de frutas y legumbres (figura 35 a). Básicamente separaran: cartón, papel, plástico, vidrio y PET (figura 35 b).



Figura 35 a. Mercado de abarrotes y víveres. Segregación de materiales reciclables en un contenedor de 5 m³.



Figura 35 b. Mercado de abarrotes y víveres. Acopio de cartón en andenes.

MERCADO DE JAMAQUITA

Se localiza en la porción noreste de la CEDA. Consta de 276 locales comerciales: 104 son de flores, 87 de frutas y legumbres, 47 de abarrotes y 38 de varios. La mayoría son de lámina, y los menos están formalmente contruidos. Se divide en cinco pasillos: en el primero hay viviendas y locales comerciales; las cabeceras están ocupadas por puestos y locales de flores, al igual que el pasillo 5, y el resto por todo tipo de locales: comida, talleres, frutas y legumbres y abarrotes, en su mayoría.

En la entrada principal hay un puesto de vigilancia con dos policías y una pluma mecánica, pero no existe restricción de entrada ni para vehículos ni peatones; también se observó un elemento de la Dirección de Normatividad Comercial y Operación de la CEDA (DNCO). Estas medidas se efectuaron recientemente con el objetivo de normar el funcionamiento del mercado.

Generación. El mercado genera RSU con origen en dos fuentes: (i) derivados de la comercialización de frutas, legumbres, preparación de alimentos, flores y clientes (figura 36 a), y ii) los generados en las viviendas (figura 36 b).



Figura 36 a. Mercado de Jamaquita. Puestos de frutas, producen FO.



Figura 36 b. Mercado de Jamaiquita. Viviendas que generan RSU.

Aprovechamiento. Existen contenedores para materiales reciclables, se considera que estos residuos se valorizan por medio del reciclado para obtener materia prima.

Almacenamiento. Es un área a cielo abierto de 120 m², sin protección impermeable alguna, cerca de la entrada principal donde se depositan los RSU mezclados (figura 37).



Figura 37. Mercado de Jamaiquita. Tiradero a cielo abierto de residuos

Los locales tienen sus propios cestos para basura que después vacían al tiradero general. Sobre el mismo pasillo 1, del lado de las viviendas, se ubica un área de contenedores para reciclables (figura 38).



Figura 38. Mercado de Jamaiquita. Depósito de reciclables, pasillo 1.

Recolección y transporte primario. La recolección se lleva a cabo de dos a tres veces al día a partir de las 9:00 horas de acuerdo a la cantidad de residuos acumulados, según informó el personal de la GLTE. Para esta actividad se destinan un camión de volteo de 14m³ y una retroexcavadora. Durante el recorrido por este mercado se observó falta de coordinación en el envío del equipo; esto es, primero llega el camión de volteo y espera casi una hora la llegada de la retroexcavadora para la recolección de los residuos.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en este mercado, los olores desagradables son muy fuertes por la descomposición de MO.

Segregación de residuos. En el tiradero se encontró un camión recolector de cartón (figura 39) y se observó a dos pepenadores separando cartón, plástico y periódico.



Figura 39. Mercado de Jamaiquita. Camión recolector de cartón.

MERCADO DE AVES Y CÁRNICOS

Se compone de bodegas para aves, cárnicos, vísceras y locales de servicios complementarios. Consta de cuatro andenes, identificados de la “A” a la “D”, y tres patios de maniobras. Las bodegas, en su mayoría, están en la planta baja y oficinas en la planta alta; algunas se observan cerradas porque sólo se utilizan como almacén o para la limpieza de productos (ajo y cebolla).

En algunos andenes, en la planta alta hay baños públicos y restaurantes. Se cuenta con puestos de vigilancia, y policías que realizan rondines. El horario del mercado es de 06:00 a 17:00 horas, la venta al público concluye a las 15:00 horas, aunque las actividades inician desde las 03:00 horas. Se comercializan diversos productos de aves, lácteos, chiles secos, cebolla, ajos (tabla 11).

Tabla 11. Productos del mercado de aves y cárnicos

Andén	Productos
A-B	Toronja, naranja, piña, cebolla y zanahoria
C-D	Cebolla, huevo, pollo, chiles secos, cárnicos, lácteos y aves

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

Generación. Los residuos corresponden en su mayoría a piel de cebolla y ajo, rabos de chiles y merma de productos perecederos en general; aves, alimentos, papel, cartón, plástico y PET. Algunos bodegueros separan el cartón y el papel (figura 40).



Figura 40. Mercado de aves y cárnicos. Separación de RSU por generadores, antes de enviarlos a contenedores generales.

Aprovechamiento. Algunas bodegas separan los RO de pollo como pellejos, hígados y mollejas; después son comercializados para su valorización por medio del reciclado en la producción de alimento para mascotas y de jabón y veladoras (figuras 41 a y 41 b). Sin embargo, no se obtuvo la cuantificación de los RO. El cartón, principalmente, se valoriza a través del reciclado para obtener materia prima.



Figura 41 a. Mercado de aves y cárnicos. Separación de residuos de ave para su comercialización.



Figura 41 b. Mercado de aves y cárnicos. Separación de residuos de ave para su comercialización.

Almacenamiento. Se realiza en dos contenedores metálicos de 5 m³ ubicados en el patio de maniobras frente al andén “D” y al frigorífico general; y en uno de 17 m³ situado en la vialidad, entre el patio de maniobras del andén “A” y la cabecera Sur del mercado de productores y subasta. Cuando se colocaron plumas de acceso a los andenes de dicho mercado, fue necesario cambiar de lugar el contenedor. En total hay tres contenedores.

En el lado posterior del andén “C”, sobre las columnas, se instalaron estructuras metálicas, donde los bodegueros colocan bolsas de plástico para el depósito de residuos (figura 42).



Figura 42. Mercado de aves y cárnicos. Estructuras metálicas en pasillos para el depósito de residuos.

Además, realizan la limpieza de sus locales y pasillos. En el periodo en que se regresa el contenedor a su lugar, los locatarios vacían directamente al piso sus botes de basura; de ahí se acumula el equivalente a otro contenedor.

Recolección y transporte primario. Se observó la recolección de contenedores de 5 m³ entre las 9:30 y las 9:50 horas en dos sesiones. Para esta actividad se utilizó una camioneta grúa de 5 m³ (gasolina) con la ayuda del personal de limpia (palero) para la recolección de residuos en el piso. Los vehículos no se cubren y dejan residuos en el suelo durante su trayecto a la ET (figura 43).

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en este mercado, los olores desagradables son muy fuertes por la descomposición de MO.



Figura 43. Mercado de aves y cárnicos. Retiro de contenedor de 5 m³ y acumulación de residuos, mientras se coloca un nuevo contenedor. A la izquierda se encuentra el “palero”.

Segregación de residuos. Algunos bodegueros entregan los RSU separados a pepenadores, quienes comercializan los materiales reciclables y depositan el resto en los contenedores generales.

MERCADO DE SUBASTA Y PRODUCTORES

Lo integran cuatro andenes techados con orientación Norte-Sur, cinco vialidades, dos casetas, tres básculas, ocho módulos, 32 locales comerciales y un área de estacionamiento (figura 44). Su objetivo es propiciar y agilizar la comercialización directa de productos, principalmente naranja, plátano, papa y mango.

En los andenes se realizan actividades de acopio, acondicionamiento y transbordo de diversos productos para cadenas comerciales, con ayuda de carretilleros. Este mercado también se utiliza para pernoctar, dado que el “Frente Azul” resulta insuficiente. Una vialidad interna comunica a este mercado con el de frutas y legumbres. De los ocho módulos, sólo se utilizan dos.



Figura 44. Mercado de subasta y productores. Locales comerciales: baños y regaderas públicos.

La vigilancia está a cargo de policías, quienes recorren el mercado, y de personal de la DNCO de la CEDA, a fin de mantener el orden en las instalaciones; aunque no intervienen en el manejo de residuos. El horario de actividades es de 22:00 a 18:00 horas del día siguiente. La permanencia en las instalaciones permite realizar, además de las actividades señaladas, el mantenimiento a vehículos por la misma tarifa de ingreso vehicular (tabla 12).

Tabla 12. Tarifas vehiculares en el mercado de subasta y productores

Tipo de Vehículo	Costo (\$)
Automóviles	8.00
Pick up	27.00
Redilas	27.00
Rabón	44.00
Torton	65.00
Tractor	37.00

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en recorridos de trabajo de campo.

En la cabecera Norte, al lado del andén 4, se localizan dos básculas electrónicas para pesar camiones.

Generación. Las actividades de preparación, empaque y limpieza de frutas y legumbres sobre los andenes y frente a los camiones (figura 45) generan residuos. En menor cantidad, desechables: unicel, plástico y botellas de refresco. También se observaron bolsas grandes de basura cerradas que al parecer son de clientes que llegan a la CEDA con residuos domiciliarios, pues en el mercado nadie los coloca en bolsas. Por otra parte, las cajas de los tráileres estacionadas obstaculizan la limpieza de los estacionamientos.



Figura 45. Mercado de subasta y productores. Residuos generados.

Aprovechamiento. La FO se aprovecha directamente por reuso para consumo familiar.

Almacenamiento. Se les denomina contenedores a las áreas delimitadas por dos paredes laterales de concreto y la parte posterior de los andenes ubicados en la zona de estacionamiento. En total son 16 contenedores: cuatro por cada andén (dos pequeños y dos grandes) a cielo abierto. Ocho pequeños, pintados de rojo y ubicados en el lado Este de los andenes; dos por andén. Sus dimensiones son: largo (1.60 m), ancho (1.60 m) y altura (1.20 m, figura 46 a). Ocho grandes pintados de rojo se localizan en la parte Oeste de los andenes, dos por andén con dimensiones de largo (6.00 m), ancho (4.00 m) y altura (6.50 m, figura 46 b). Ambos con paredes de concreto con un espesor de 0.50 m. Los residuos se tiran directamente al piso, el cual carece de protección.

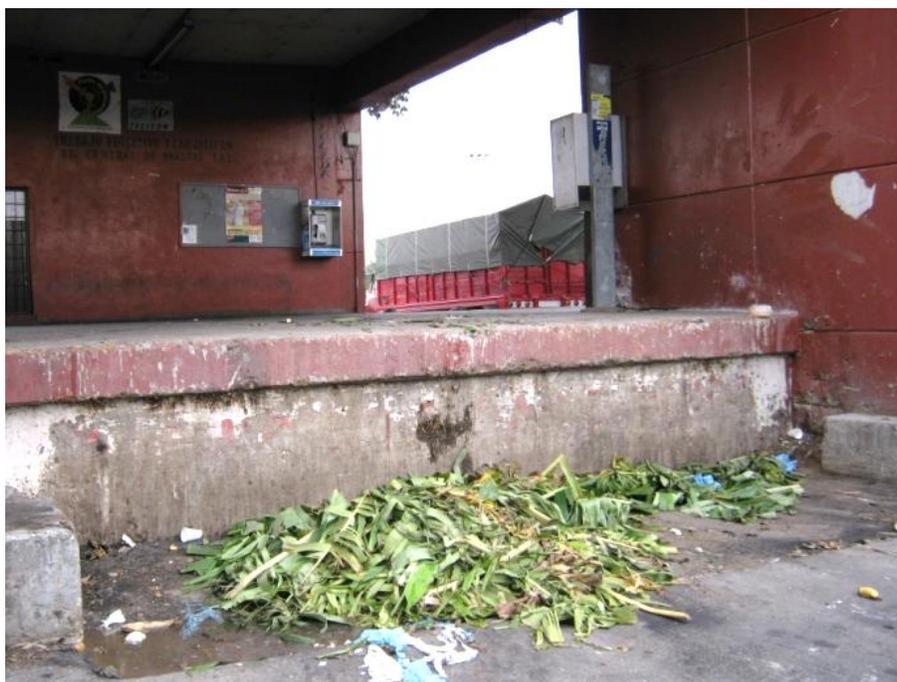


Figura 46 a. Mercado de subasta y productores. Contenedor de concreto chico.



Figura 46 b. Mercado de subasta y productores. Contenedor de concreto grande.

En el andén 1 hay un contenedor de metal de 5 de m^3 capacidad, y en el andén 2 se localizan dos contenedores metálicos de 5 m^3 de capacidad: Sólo uno se identifica como “Hort-3”. En total hay 16 contenedores de concreto y tres de metal; éstos últimos de 5 de m^3 capacidad.

Recolección y transporte primario. Diariamente por la mañana y sin horario fijo se retiran los residuos de los contenedores, con camiones de volteo de 14 m³ y un minicargador frontal.

Cabe señalar que el personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en este mercado, los olores desagradables son muy fuertes en el área de contenedores por la descomposición de MO.

Segregación de residuos. Se realiza durante las 24 horas, ya sea del producto que cae al piso, resultado de la limpieza de productos, o en los contenedores generales, tanto de las personas que realizan esa actividad como por otros pepenadores.

MERCADO DE ENVASES VACÍOS

Las bodegas tienen una superficie de 15 m² (FICEDA, 2010). Los locatarios identifican dos mercados: Norte y Sur, y consta de tres andenes. En la parte Norte hay una zona de mantenimiento de contenedores y estacionamiento para camiones. Al Oeste queda limitado por el área de bodegas; al Sur por una zona de cocinas económicas.

Las actividades inician a partir de las 07:00 horas y concluyen a las 18:00 horas. En este mercado sólo se comercializan cajas de madera (huacales), plástico o cartón de diferentes capacidades (figura 47).



Figura 47. Mercado de envases vacíos. Bodega de cajas de cartón.

Las cajas de madera provienen de diversas fuentes: (i) de clientes que las llevan a vender a la CEDA, (ii) recolección en los contenedores (figura 48), y (iii) recuperación en mercados, tianguis y supermercados. Posteriormente, los locatarios las reparan y venden (figura 49).



Figura 48. Mercado de envases vacíos. Recuperación de cajas de madera en los contenedores generales.



Figura 49. Mercado de envases vacíos. Reparación de cajas de madera.

Entre los bodegueros hay conciencia de la importancia del reúso de las cajas de madera; se desechan cuando ya realmente no reporta un beneficio económico repararlas.

Generación. En su mayoría, el cartón, papel y periódico se depositan directamente al piso. En los contenedores se observa: plástico, película plástica, fleje, trozos de madera y desechables de unicel (figura 50).



Figura 50. Mercado de envases vacíos. Contenedor de 5 m³, ubicado en la vialidad Oeste.

Aprovechamiento. Los pepenadores separan los materiales reciclables: cartón, papel, plástico y PET depositados en los contenedores generales para su valorización a través del reciclado y obtención de materia prima.

Almacenamiento. Los tres contenedores de 5 m³ metálicos están ubicados sobre la vialidad al Oeste del mercado, en el límite con el área de bodegas.

Recolección y transporte primario. La actividad de recolección se observó en la mañana y por la tarde, a partir de las 17:30 horas con camionetas grúa de 5 m³, camiones de volteo de 14 m³, minicargador Bobcat y camiones grúa de 17 m³. Los residuos son transportados a la ET.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU, aunque este mercado tiene la ventaja de generar en su mayoría RI.

Segregación de residuos. Por las mañanas, se observaron pepenadores realizando la segregación de cartón, papel, plástico y PET (figura 51).



Figura 51. Mercado de Envases Vacíos. Segregación de materiales reciclables por pepenadores.

ALIMENTO PARA TODOS, A.C.

Generación. De las áreas administrativas, esta institución genera FO por la limpieza y preparación de productos que recibe en donación del mercado de frutas y legumbres, además de una cantidad menor de RI.

Aprovechamiento. No existe.

Almacenamiento. Los residuos mezclados se almacenan temporalmente en un contenedor de metal de 17 m³, ubicado frente a sus instalaciones (figura 52).



Figura 52. “Alimento Para Todos, A.C.”. Contenedor de 17 m³, ubicado frente a sus oficinas.

Recolección y transporte primario. En dos ocasiones, la actividad de recolección se observó por la mañana, a las 11:00 horas aproximadamente, con camión grúa de 17 m³ (figura 49). El contenedor se recoge una vez al día, y los residuos son transportados a la ET.

El personal operativo no utiliza equipo de protección personal durante la actividad de recolección de RSU. Especialmente en esta área, los olores desagradables son muy fuertes por la descomposición de MO.

Segregación de residuos. No se observó en el contenedor.

ACTIVIDADES COMUNES EN TODA LA CEDA

A continuación se presenta la descripción de las actividades comunes a todos los mercados y áreas administrativas de la CEDA en el flujo de RSU. Esto es, barrido y transferencia; transporte secundario y disposición final. Además, lo relativo a un área de pepenadores dentro de la CEDA y de las empresas que los comercializan, ubicadas fuera de la CEDA y frente a la ET, como parte del aprovechamiento de materiales reciclables.

Barrido

Se realiza de dos formas: (i) manual y (ii) mecánico. El primero incluye los pasillos, andenes, patios de maniobras y áreas donde se ubican los contenedores generales. Se tiene bien establecido, tanto en el diseño de rutas como de personal asignado y se realiza de manera periódica. Tiene la ventaja de ser una fuente de empleo al ocupar mano de obra con escasa calificación y un mínimo de inversión, ya que sólo se les provee de uniforme, carro, escoba y rastra. El segundo incluye las vialidades, se realiza con barredora mecánica que requieren de mayor inversión y entrenamiento del personal. Sin embargo, de las cuatro barredoras con que cuenta la GLTE, únicamente una está activa.

En los patios de maniobras el barrido se realiza de forma manual (escobas), después de las 17:00 horas (figura 53). Sin embargo, las alcantarillas ubicadas en los patios de maniobras se observan saturadas de RO y RI.

En los andenes y pasillos de los mercados, el barrido se realiza en el turno matutino, y aunque en los andenes se observaron algunos botes para basura, la gente la tira directamente al suelo. La limpieza frente a bodegas y locales la efectúan los bodegueros, a partir de las 16:00 horas en adelante con agua y otros productos.



Figura 53. Mercado de hortalizas. Acumulación de residuos en montones.

Transferencia y transporte secundario

En 1989, la ET quedó formalmente construida y completamente techada, originalmente sólo al servicio de la CEDA; después, para las delegaciones de Iztapalapa e Iztacalco (figura 54).



Figura 54. Estación de transferencia. Entrada principal.

Tiene capacidad para recibir 2000 toneladas de residuos al día. Actualmente, está conformada por dos áreas de transferencia: CEDA - Iztacalco y CEDA - Iztapalapa. Opera en dos horarios: de 08:30 a 15:00 horas y de 16:00 a 20:00 horas, no siempre se cubre el horario completo por cuestiones de seguridad para los trabajadores, retirándose más temprano; la CEDA las utiliza indistintamente de acuerdo a sus necesidades. La limpieza de las áreas de transferencia se lleva a cabo semanalmente; por ello, cuando se realiza la limpieza de una, la otra se deja disponible para el transbordo de residuos de la CEDA y las dos delegaciones (figura 55).



Figura 55. Estación de transferencia. Actividades de limpieza.

El personal de la ET es de 90 personas: jefes de estación, coordinadores por zona, unidades departamentales, personal para registro de vehículos y limpieza de instalaciones. Una vez recolectados los residuos de los contenedores de concreto o los contenedores metálicos, los vehículos de la CEDA se dirigen a la ET, para el transbordo de los RSU por gravedad (descarga directa), a un tráiler descubierto con capacidad de 30 toneladas promedio (cargan un máximo de 35 toneladas).

Después de ingresar, se dirigen a la rampa de acceso al patio de maniobras, en la planta alta, y se forman en las líneas de servicio, para el depósito en tolvas, donde son registrados. En cada línea, personal de la ET lleva un registro que incluye: tipo de camión, número económico y de contenedor, procedencia, hora de llegada y de salida, número de tolva en que descargó, número de caja, peso de residuos, tara, peso total y tipo de residuos.

En la planta alta los camiones descargan en las tolvas los RSU mezclados a las cajas ubicadas en la planta baja: Una vez completada la carga, las cajas son cubiertas completamente con una lona. Posteriormente, las cajas son pesadas y se dirigen al RSBP (figura 56).



Figura 56. Estación de transferencia. Área CEDA - Iztapalapa. Báscula para pesaje de cajas con destino al RSBP.

El personal operativo no utiliza equipo de protección, lo cual resulta necesario debido a los fuertes olores desagradables por la descomposición de la MO y mezcla de los RSU e incluso porque los aspersores de agua para el control de polvos en las tolvas no funcionaron cuando se realizó la visita a la ET.

Los camiones recolectores de residuos pertenecientes a las delegaciones de Iztapalapa e Iztacalco salen a alta velocidad de la ET y dejan residuos por el camino. Estos son recolectados, posteriormente por personal de la CEDA (figura 57).



Figura 57. Estación de transferencia. Camiones de las delegaciones salen de la ET dejando residuos por el camino.

Área de Pepenadores dentro de la CEDA

Dentro de la CEDA, en el área conocida como la “Curva del silencio” se encuentran asentados líderes de pepenadores quienes comercializan los materiales reciclables. Está ubicada a un lado de la caseta de salida, al Este del mercado de subasta y productores (figura 58).



Figura 58. Área de pepenadores dentro de la CEDA. “Curva del silencio”.

Empresas que comercializan materiales reciclables fuera de la CEDA

Frente a la ET, hay un negocio privado de almacenaje de reciclables (figura 59). Se observó cartón plástico, vidrio y PET, principalmente. Los centros recicladores son privados: compran lo que separan los choferes de camiones al llegar a la ET de Iztapalapa e Iztacalco; además, hay gente que compra particularmente colchones, tortillas y PET. También existen depósitos de materiales reciclables frente a la Plaza comercial sobre el Eje 5 Sur.



Figura 59. Áreas comercializadoras de materiales reciclables.

3.2.4 Organización y operación del servicio de limpia

La GLTE está adscrita a la Coordinación de Operación de la CEDA, tiene a su cargo las funciones de limpieza de las instalaciones y vías de acceso del fideicomiso; la recolección y traslado de desechos a la ET, y la coordinación de trabajos de mantenimiento menor, preventivo y correctivo de urbanización, edificación, herrería, sistema de alcantarillado, drenaje, electricidad e instalaciones hidrosanitarias del fideicomiso (FICEDA, 2010).

Cuenta con oficinas y un taller mecánico en la cabecera Norte del mercado de subasta y productores. En el taller se realizan reparaciones menores y el cambio de partes todavía útiles de vehículos de recolección que se dan de baja para mejorar el que todavía está activo (reúso de piezas). Las bodegas se ubican bajo del puente sobre la vialidad “Subasta Oriente”, y el área de reparación de contenedores generales se encuentra al Norte del mercado de envases vacíos.

Estructura

Se divide en dos subgerencias, cuenta con personal operativo de 350 personas. Laboran de lunes a viernes en dos turnos: matutino de 7:30 a 14:00 horas y vespertino de 15:00 a 21:30 horas; en supervisión hay de cuatro a cinco personas. Sábados y domingos de 14:00 a 20:30 horas, con supervisión los sábados (cuatro) y domingos (dos). Además, cuenta con personal administrativo. Existen dos sindicatos que agrupan a trabajadores de limpia; uno, pertenece al fideicomiso, agrupa al 60% del personal y el otro, al resto de los trabajadores y pertenece al GDF. En el sindicato del fideicomiso, 99% pertenece a la subgerencia de transporte. El personal de las subgerencias se muestra en la tabla 13, ahí se observa que el mayor número de personal corresponde a la subgerencia de Limpia, con 67% del personal total.

Tabla 13. Personal operativo de la gerencia de limpia, transporte y equipo

Subgerencia de transporte	Núm.	Subgerencia de Limpia	Núm.
Supervisores	11	Supervisores	12
Chóferes	53	Peones de limpia	223
Ayudantes de chofer	29		
Suplentes de chofer	7		
Operadores	15		
Subtotal	115		235
Total: 350			

Fuente: Elaboración propia con información del Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México. Gerencia de limpia, transporte y equipo.

A. Subgerencia de limpia

Las actividades de esta subgerencia incluyen el barrido de pasillos, patios de maniobras y vialidades. En el caso de pasillos y andenes se realiza de manera manual; se utilizan carritos con tambos de 200 litros, escobas y recogedores. En las vialidades se trabaja con barredoras mecánicas de diesel; en los patios de maniobras se utilizan escobas y se dejan montones que después recoge el personal de la subgerencia de transporte. Las actividades matutinas para el barrido se realizan en los ocho sectores que se divide la CEDA, de acuerdo a una ruta fija de sectores y asignación de personal determinado para cada uno:

- a) Mercado de frutas y legumbres. Incluye andenes de la letra "I" a la "X"; cabeceras N y S, y pasillos. Se asignan entre siete y ocho personas por sector:
 - Sector 1: I-J, K-L
 - Sector 2: M-N, O-P

- Sector 3: Q-R, S-T
 - Sector 4: U, V, W
- b) Mercado de abarrotes y víveres. Incluye del sector 5 al 8. Se asigna entre cuatro y seis personas por sección.
- Sector 5: Abarrotes y víveres, administración general y paradero Oriente. Se asignan cinco personas
 - Sector 6: Vialidades. Se asignan cuatro personas
 - Sector 7: Mejoramiento. Apoyo donde se requiera. Se asignan seis personas
 - Sector 8: Estacionamientos aéreos del 1 al 4 (Abarrotes y 4 para Frutas y Legumbres). Se asignan cinco personas.

En total se destinan 52 personas promedio en el turno matutino y el resto al, vespertino para la limpieza de pasillos, vialidades y patios de maniobras.

B. Subgerencia de transporte

Tiene a su cargo la recolección de contenedores de metal de 5 m³ y 17 m³, recolección de residuos en contenedores de concreto (17 m³), boteo, tambos de 200 l y residuos en vialidades centrales y periféricas. Aunque hay rutas preestablecidas, las actividades se realizan de acuerdo a las necesidades en cada sector a través de los supervisores, quienes solicitan a la GLTE el envío de equipo de recolección sobre todo en los mercados.

Por la tarde, se recolectan montones de basura en patios, andenes, vialidades de la periferia y centrales, además del vaciado de contenedores en los mercados de abarrotes y víveres, y de frutas y legumbres.

En la tabla 14 se aprecia que sólo 43% de los vehículos de recolección están activos.

Tabla 14. Equipo de la gerencia de limpia, transporte y equipo, 2010

Vehículo (Descripción)	Estado		Total
	Activo	Taller	
Camión grúa (17 m ³)	2	3	5
Camiones de volteo (14 m ³)	3	4	7
Camiones de volteo (7 m ³)	3	2	5
Camionetas grúa (5 m ³) gasolina	1	3	4
Retroexcavadoras	1	3	4
Minicargador frontal, Bobcat S 300	5	3	8
Barredoras	1	3	4
	Subtotal	16	21
Camionetas de supervisión	3	0	3
	Total	19	21

Fuente: Elaboración propia con información del Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México. Gerencia de limpia, transporte y equipo.

La elección de los vehículos de recolección debe realizarse de acuerdo al método de tratamiento de los residuos, esto es, en el caso de la DA se evitarán vehículos que compriman la FO, pues es necesario que se mantenga cierta cantidad de humedad. Una vez concluido el proceso se requiere de la cura de biosólidos en una PC; por ello, es importante el traslado del material semiseco en vehículos adecuados a esa instalación dentro de la CEDA o fuera de ella.

3.3 Análisis del diagnóstico

3.3.1 Identificación de los problemas y sus oportunidades de acción

Con la información resultado del diagnóstico y siguiendo los pasos de la *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales* (SEMARNAT, 2011), en cada variable identificada se agruparon los problemas detectados (tabla 15). Se presentan los aspectos más relevantes de acuerdo a la variable, ya sea que se apliquen a todos los actores y a las áreas, como es el caso de la generación de RSU, o bien, se presentan en un mercado en especial. Los principales aspectos considerados son: (i) las condiciones en que se encuentran las instalaciones, el equipo para el almacenamiento, la recolección y el transporte primario, (ii) la forma de operar del equipo, (iii) las condiciones en que laboran los trabajadores, (iv) los residuos que se valorizan, y (v) la participación de las autoridades ambientales y del propio fideicomiso.

Tabla 15. Problemas identificados y oportunidades de acción

Variable	Problema	Oportunidades de Acción
1. Generación	<p>La separación de los RSU en el origen es mínima</p> <p>Falta de cultura ambiental, los usuarios tiran indiscriminadamente los residuos al piso</p> <p>Se carece de un inventario de la cantidad y composición física de los RSU generados</p> <p>En el mercado de frutas y legumbres la generación de lodos, derivados del lavado de productos como: naranja, papa, jícama, caña, mantienen sucios los patios de descarga</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización de los RSU separados • Campaña de concientización de la responsabilidad individual y colectiva de los actores • Integrar un inventario de los RSU separados: cantidad y composición física que abarque tanto mercados como áreas administrativas y de servicios • Programa de limpieza
2. Almacenamiento	<p>Depósito de los RSU mezclados en los contenedores de metal, concreto y en el piso</p> <p>Se carece de recipientes para RSU en áreas comunes: estacionamientos, vialidades, pasillos y andenes</p> <p>Todos los contenedores generales están a la intemperie y carecen de tapa</p> <p>El piso del área de contenedores carece de recubrimiento</p> <p>No se realiza lavado de contenedores generales y del área donde se ubican</p> <p>Los contenedores de metal se encuentran en malas condiciones</p> <p>En el mercado de frutas y legumbres las escaleras de concreto y metal, junto a los contenedores generales, están en malas condiciones</p> <p>En el mercado de frutas y legumbres se perciben olores desagradables en los patios de maniobras en donde se encuentran los contenedores generales por la descomposición de materia orgánica</p> <p>En el mercado de Frutas y Legumbres no se respeta el límite de depósito de los RSU en contenedores para bodegueros y locatarios que impacta en la frecuencia del retiro de los RSU</p> <p>En el mercado de flores y follaje aunque hay contenedores de metal, los residuos se tiran directamente al piso</p> <p>En el mercado de flores y follaje los contenedores de metal se ubican retirados de la zona de generación de RSU que son los puestos semifijos</p> <p>En el mercado de hortalizas únicamente existe el área que debe albergar los contenedores pero no éstos</p> <p>En el mercado de hortalizas las áreas que deben albergar contenedores generales están ocupadas como bodegas</p> <p>En el mercado de hortalizas las áreas entre las naves ocupadas por permisionarios carecen de contenedores; en estas áreas existen puestos semifijos y los RSU se depositan en el piso</p> <p>En el mercado de Jamaiquita existe un tiradero a cielo abierto para el depósito de los RSU</p> <p>En el mercado de Jamaiquita existen viviendas que generan los RSU además de la zona comercial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña de concientización a la comunidad para el depósito separado de los RSU • Evaluar el número, dimensiones, tipo, material y ubicación de contenedores y recipientes para los RSU separados • Evaluar el número, dimensiones, tipo, material y ubicación de contenedores y recipientes para los RSU separados • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Programa de mantenimiento • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Programa de mantenimiento • Programa de limpieza y desinfección • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Programa de mantenimiento • Programa de mantenimiento • Programa de limpieza y desinfección • Revisar la efectividad de tener límites de depósito y, en su caso, • Identificar los andenes en donde se ubican los generadores mayores • Campaña de concientización a la comunidad para el depósito separado de los RSU en contenedores • Evaluar la ubicación de contenedores generales, y en su caso reubicarlos • Colocar los contenedores para el depósito de los RSU separados en las áreas destinadas para ello • Programa de mantenimiento • Reglamentar el uso del área de contenedores generales • Vigilar su aplicación • Revisar la planeación en este mercado dejando libres accesos y vialidades para la colocación de contenedores para el depósito de los RSU separados • Construir un área para albergar contenedores generales de los RSU separados • Reglamentar el depósito de los RSU separados del área urbana y del área comercial •

Variable	Problema	Oportunidades de Acción
3. Barrido	En el mercado de subasta y productores los llamados contenedores de concreto y los de metal están a cielo abierto y el piso carece de protección	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Construir áreas para albergar contenedores separados de los RSU • Programa de mantenimiento
	En el mercado de subasta y productores no existen recipientes para depósito de los RI que generan los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la colocación de recipientes para los RI en los módulos que están desocupados sobre los andenes y dejar los contenedores de concreto únicamente para depósito de la FO
4. Recolección y transporte primario	El personal de limpia no utilizan equipo de protección durante sus labores Los trabajadores de limpia vacían los tambos de 200 litros en los contenedores generales	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de seguridad e higiene para los trabajadores • Programa de capacitación a trabajadores
	En el mercado de subasta y productores la permanencia de tráileres por tiempo ilimitado en los patios permite la acumulación de residuos debajo de los vehículos y dificulta el barrido De las cuatro barredoras mecánicas existentes, sólo una está en operación	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentar la estadia de los vehículos y la responsabilidad de mantener limpia el área de estacionamiento • Programa de mantenimiento
5. Transferencia y transporte secundario	El personal operativo para la recolección de RSU no utiliza equipo de protección Existen demoras en la recolección por falta de coordinación en el envío de equipo que debe actuar de manera conjunta La GLTE cuenta con rutas y horarios establecidos pero no se respetan	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de seguridad e higiene para los trabajadores • Programa de capacitación a trabajadores
	Los inspectores son los encargados de dar aviso a la GLTE para el vaciado y recolección de contenedores La menor parte de los trabajadores de limpia están adscritos a la delegación política, pertenecen a un sindicato y no son personal de la CEDA Los vehículos de recolección de la GLTE en más de 50% está fuera de uso La recolección de la FO en camiones de volteo no es la más adecuada por falta de higiene Mientras los contenedores de metal se retiran para transportarlos y vaciarlos a la ET, los usuarios depositan los RSU directamente al piso La frecuencia de retiro de contenedores para su vaciado y la recolección de residuos en contenedores fijos es diaria pero no cubre la totalidad de los sectores al 100% Los vehículos recolectores carecen de cubierta y en su trayecto tiran residuos y lixiviado	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de rutas • Evaluar la eficiencia del personal operativo en la GLTE, y en su caso, redistribuir al personal o ampliar el número de personal • Evaluar la eficiencia del personal de inspección • Revisar la afectación en las actividades que debe realizar el personal adscrito a la delegación política en los días no laborables en ésta • Evaluar la necesidad de contar con el total de los vehículos en el inventario • Evaluar la eficiencia de los vehículos de recolección • Evaluar la eficiencia del sistema de recolección
5. Transferencia y transporte secundario	En el mercado de hortalizas se dificulta el tránsito de vehículos de recolección de residuos dado que los puestos semifijos ocupan las áreas de circulación vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a los generadores mayores y bodegas que trabajan de noche para recolectar con mayor frecuencia esos contenedores generales • Evaluar la eficiencia del sistema de recolección • Evaluar la eficiencia de los vehículos de recolección • Programa de capacitación para el personal de recolección • Revisar la planeación de este mercado dejando libres accesos y vialidades para el tránsito de vehículos recolectores
	El personal de la ET no utiliza equipo de protección durante sus actividades El personal en la ET no cubre los horarios completos de 08:30 a las 15:00 horas y de las 16:00 a las 20:00 horas por cuestiones de inseguridad La ET no cuenta con tolvas diferenciadas para el depósito separado de los RSU	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de seguridad e higiene para los trabajadores • Programa de vigilancia
	Los RSU se cargan mezclados en cajas rumbo al RSBP	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Programa de mejoramiento de la infraestructura para los RSU separados • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Programa de mejoramiento de la infraestructura para los RSU separados

Variable	Problema	Oportunidades de Acción
6. Disposición final	<p>En la ET los aspersores de agua para el control de polvos en las tolvas no funcionan</p> <p>La báscula de la ET no funciona</p> <p>Los RSU llegan mezclados al RSBP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de mantenimiento • Programa de mantenimiento • Campaña para la protección del medio ambiente a partir del manejo adecuado de los RSU • Campaña de concientización de las autoridades para que la recepción de los RSU se haga de acuerdo a CFDF
7. Aprovechamiento	<p>Residuo: FO. Se envían únicamente 65 ton/día del contenedor de Lechugas del mercado de Hortalizas a la PC del RSBP para su valorización por el método de compostaje. La composta no se comercializa. Podría valorizarse una mayor cantidad</p> <p>Residuo. Sólo una pequeña porción de menudencias de aves y cárnicos se valorizan por el método de reciclaje y obtener materia prima en la elaboración de alimento para mascotas y velas. Esta porción no se encuentra cuantificada</p> <p>Residuo. Frutas y legumbres cuya valorización es a través del reúso para consumo familiar, comercialización y donaciones.</p> <p>Materiales reciclables: cartón, papel y PET segregado antes y después de su depósito en los contenedores. Se comercializan a través de una cadena de actores sociales; se estima en 75 ton/día. Se valorizan a través del reciclaje para obtener materias primas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña de sensibilización para la valorización de RSU • Impulsar el mercado de la composta • Promover la utilización de composta por los campesinos de la región • Promover el aprovechamiento de la FO para alimento de animales • Elaborar normas de composta para el DF • Estudios de factibilidad para evaluar el mejor método para valorizar y aprovechar la FO • Iniciar un inventario de aprovechamiento de los RSU • Programa para fomentar el aprovechamiento de residuos de aves y cárnicos, para una mayor valorización • Campaña de concientización a la comunidad para fomentar una mayor valorización de los RSU • Buscar mercado para la mejor comercialización de los materiales reciclables
8. Marco regulatorio	<p>El reglamento de la CEDA indica las condiciones en que deben de mantenerse las áreas comunes</p> <p>En el fideicomiso de la CEDA participan autoridades del GDF y el sector privado en el CT</p> <p>No existe personal encargado de vigilar el manejo adecuado de los RSU</p> <p>No se cumple con la LRSDF y su Reglamento</p> <p>No existe la normatividad relativa al manejo de los RSU: diseño de PM de residuos de GAV, instalaciones</p> <p>Falta de coordinación entre las autoridades del GDF para establecer la separación de los RSU y mejorar la operación en la ET</p> <p>La valorización de los RSU se basa en el sector informal de los pepenadores, quienes trabajan al margen de la ley sin remuneración fija ni prestaciones sociales y riesgos a la salud, lo cual resulta inadecuado cuando se pretende contar con un programa de manejo de residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el Reglamento Interior y evaluar sus lineamientos para adecuarlos a un manejo eficiente de los RSU • Campaña de concientización de la responsabilidad individual y colectiva de todos los actores • Delimitar responsabilidades de las autoridades del GDF y del sector privado para crear una sinergia en la implementación del manejo integral de los RSU • Programa de vigilancia a través de inspectores ambientales • Evaluar la conveniencia de que el personal de la coordinación de normatividad pueda ampliar sus funciones en el rubro de residuos • Solicitar el apoyo de las asociaciones existentes • Programa de visitas de inspección a cargo de las autoridades ambientales del GDF para vigilar la aplicación de la legislación ambiental • Desarrollar las normas relativas al manejo de RSU incluida la ubicación de instalaciones de este tipo • Fomentar la sinergia entre sectores público y privado • Mejorar la infraestructura para el manejo de RSU separados • Fomentar asociaciones de pepenadores en condiciones socialmente aceptables • Hacer acuerdos entre el fideicomiso y la asociación de segregadores, regular la pepena y orientarlos en sus actividades para una mejor valorización de los materiales reciclables • Identificar e iniciar un inventario de empresas recicladoras clandestinas para su regularización •

Fuente: Elaboración propia con información de los recorridos de campo

A manera de recapitulación se expone de forma sucinta los problemas identificados y las oportunidades de acción. Se conservó la estructura de las variables para dar un orden en el subsecuente análisis.

Generación:

- ▶ La separación de los RSU en el origen es mínima
- ▶ Falta de cultura ambiental, los usuarios tiran indiscriminadamente los residuos al piso
- ▶ Se carece de un inventario de la cantidad y composición física de los RSU generados

Almacenamiento:

- ▶ Depósito mezclado de los RSU en contenedores generales y en el suelo
- ▶ Se carece de contenedores en áreas destinadas para ello y de recipientes en áreas comunes para clientes
- ▶ Los contenedores generales, instalaciones y áreas donde se ubican, están en malas condiciones y carecen de limpieza

Barrido, recolección y transporte primario a ET:

- ▶ Los trabajadores no utilizan equipo de protección durante sus labores
- ▶ Existen demoras en la recolección por falta de coordinación en el envío de equipo que debe actuar de manera conjunta
- ▶ Falta de planeación en el sistema: rutas, horarios y vehículos fuera de operación y cobertura del servicio menor al 100%
- ▶ En la ET se carece de instalaciones adecuadas al manejo separado de los RSU: tolvas, cajas
- ▶ En la ET hay equipo fuera de operación: la báscula y los aspersores de agua para el control de polvos no funcionan

Disposición final:

- ▶ Los RSU llegan mezclados al RSBP

Aprovechamiento:

- ▶ Mínima valorización de los RSU
- ▶ Falta de un inventario de residuos para valorizar
- ▶ La valorización de los RSU no se percibe como una actividad económica

Marco regulatorio:

- ▶ Las autoridades ambientales no llevan a cabo ni la vigilancia del cumplimiento de la normatividad, ni la adecuación o emisión de nuevos lineamientos o instrumentos, como lo establece la legislación ambiental
- ▶ Se carece de reglamentación interna para el adecuado manejo y la vigilancia de los RSU
- ▶ Es inadecuado basar la valorización de los RSU en el sector informal de los pepenadores

Las oportunidades identificadas se asocian con las campañas de concientización y educación ambiental para la protección del medio ambiente mediante el manejo adecuado de los RSU de la comunidad; la separación en el origen para la valorización de los RSU; el depósito, recolección y transporte a transferencia separado de los residuos. Realizar evaluaciones de la eficiencia del sistema de recolección y transporte.

Contar con programas de capacitación y protección a la salud de los trabajadores para la realización de sus actividades; de limpieza y mantenimiento de las instalaciones y de mejora a la infraestructura en la ET. Lo anterior a partir de la vigilancia en la aplicación de la legislación ambiental por parte de las autoridades y del cumplimiento de la misma por parte del fideicomiso. Por tanto, el marco regulatorio, requiere por parte de las autoridades la emisión de normatividad para facilitar el cumplimiento de las obligaciones de los GAV y la observancia de la legislación ambiental.

3.3.2 Identificación de los problemas y su causa

La importancia del análisis de las causas que originaron los problemas, proporciona información para formular programas con acciones específicas para la solución de las áreas problemáticas.

Para la identificación de las causas que dieron lugar a los problemas principales detectados a partir del diagnóstico, se empleó la técnica de Árbol de problemas.

Se eligió esta herramienta porque permite examinar la secuencia lógica y cronológica de las actividades del caso de estudio (Municipio, 2007). Además, es posible identificar: (i) todas las posibles causas de la situación que rodea al problema central, y (ii) las relaciones causa-efecto en un diagrama de Árbol de problemas. Éste tiene el objetivo principal de visualizar, las relaciones causa-efecto del problema central. En la parte inferior del problema central aparecen las causas que dan lugar a éste, mientras que en la parte superior se ubican los efectos

derivados del problema. Cabe señalar, que la ubicación de un problema en el diagrama no indica necesariamente la importancia del mismo.

En primer término se consideró conveniente continuar con la estructura de agrupar los problemas y las variables, porque (i): corresponden a las etapas de manejo, a excepción del marco regulatorio, y siguen la secuencia del flujo de los RSU en la CEDA, (ii) están estrechamente relacionadas entre sí, y (iii) permiten dar un orden en el subsecuente análisis.

Posteriormente, se procedió a identificar los problemas prioritarios de acuerdo a los siguientes criterios por su impacto o afectación: (i) a todo el sistema, (ii) a una etapa de manejo, (iii) al ambiente y/o a los recursos naturales, y (iv) a la salud humana (tabla 16).

Tabla 16. Principales problemas asociados al manejo de los RSU en la CEDA

Variable (Etapa donde ocurre el problema)	Principales problemas Descripción del problema/ afectación: al sistema de manejo de los RSU; a una etapa del sistema; a los recursos naturales o al ambiente; a la salud	Principales problemas (X)
1. Generación	La separación de los RSU en el origen es mínima/ AL SISTEMA	X
	Falta de educación ambiental/ AL SISTEMA Se carece de un inventario de la cantidad y composición física de los RSU generados	X
2. Almacenamiento	Depósito mezclado de los RSU en contenedores generales y en el suelo/ AL SISTEMA	X
	Se carece de contenedores en áreas destinadas para ello y de recipientes en áreas comunes para clientes Los contenedores generales, las instalaciones y las áreas en donde se ubican están en malas condiciones y carecen de limpieza	
3. Barrido	Los trabajadores no utilizan equipo de protección durante sus labores	
4. Recolección y transporte primario a la ET	Los RSU se recolectan y transportan mezclados a la ET/ A UNA ETAPA DEL SISTEMA	X
	Existen demoras en la recolección por falta de coordinación en el envío del equipo que debe actuar de manera conjunta Falta de planeación en el sistema: rutas, horarios y vehículos fuera de operación y cobertura del servicio menor al 100% En la ET se carece de instalaciones adecuadas al manejo separado de los RSU: tolvas, cajas/AL SISTEMA En la ET hay equipo fuera de operación: báscula y los aspersores de agua para el control de polvos	X
5. Disposición final	Los trabajadores no utilizan equipo de protección durante sus labores/ A LA SALUD	X
	Los RSU llegan mezclados al RSBP/ AL AMBIENTE, A LOS RECURSOS NATURALES Y A LA SALUD	X
6. Valorización	Mínima valorización de los RSU/ AL AMBIENTE, A LOS RECURSOS NATURALES Y A LA SALUD	X
	Falta de un inventario de residuos para valorizar La valorización de los RSU no se percibe como una actividad económica	
7. Marco regulatorio	Las autoridades ambientales: no llevan a cabo la vigilancia del cumplimiento de la legislación, no han emitido lineamientos, normatividad en materia de PM para GAV/ AL SISTEMA	X
	El fideicomiso carece de un PM de residuos/ AL SISTEMA	X
	Se carece de reglamentación interna para el adecuado manejo y la vigilancia de los RSU	
	Los pepenadores llevan a cabo la segregación de los RSU/ AL SISTEMA	X

Fuente: Elaboración propia con información de los recorridos de campo

A partir del problema de investigación: el manejo inadecuado de los RSU en la CEDA, y una vez que se identificaron los problemas principales, se procedió a realizar el diagrama de Árbol de problemas que aparece en la figura 60.

En el diagrama de Árbol de problemas pueden visualizarse las principales causas del problema central. La primera, el incumplimiento de las autoridades ambientales al no llevar a cabo la vigilancia en el cumplimiento de la legislación ambiental en materia de RSU, especialmente, de PM; a que a la fecha, no se cuente con los lineamientos para GAV, como lo establece la legislación ambiental del DF. Asimismo, que la ET no cuente con las condiciones de instalaciones adecuadas para la recepción de RSU separados; y el equipo de protección para los trabajadores.

La segunda, para el fideicomiso no ha sido prioritario contar con un PM como lo establece la LRSDF (GDF, 2003) y el RLRSDF (GDF, 2008). Lo anterior ha derivado en que, al 2010 el fideicomiso no haya difundido los lineamientos para un manejo adecuado de los RSU a partir de la separación en la fuente, con la subsecuente afectación: (i) al resto de las etapas en el manejo: almacenamiento, recolección y transporte primario a la ET de sus RSU mezclados, (ii) no se logre la minimización en la generación y la máxima valorización, y (iii) los impactos negativos al ambiente, los recursos naturales y la salud de la población, principalmente en el RSBP.

Posteriormente, se realizó el análisis de objetivos. Esta etapa del análisis consiste en que: (i) todos los problemas identificados en el Árbol de problemas pasan a ser objetivos o metas a lograr, por lo cual se convierten en afirmaciones positivas en el diagrama Árbol de objetivos, y (ii) verificar que los objetivos o metas se pueden lograr en un cierto periodo. De tal manera, que la relación causa-problema se convierta en una relación medio-objetivo. Lo anterior se ilustra en la figura 61.

Puede concluirse que es factible lograr un manejo adecuado de los RSU en la CEDA como lo establece la legislación ambiental a través del establecimiento de un PM y alcanzar los objetivos de: mínima generación y máxima valorización de los residuos. Sin embargo, se requiere de los esfuerzos de las autoridades correspondientes tanto del fideicomiso como de las ambientales, y su adecuada coordinación.

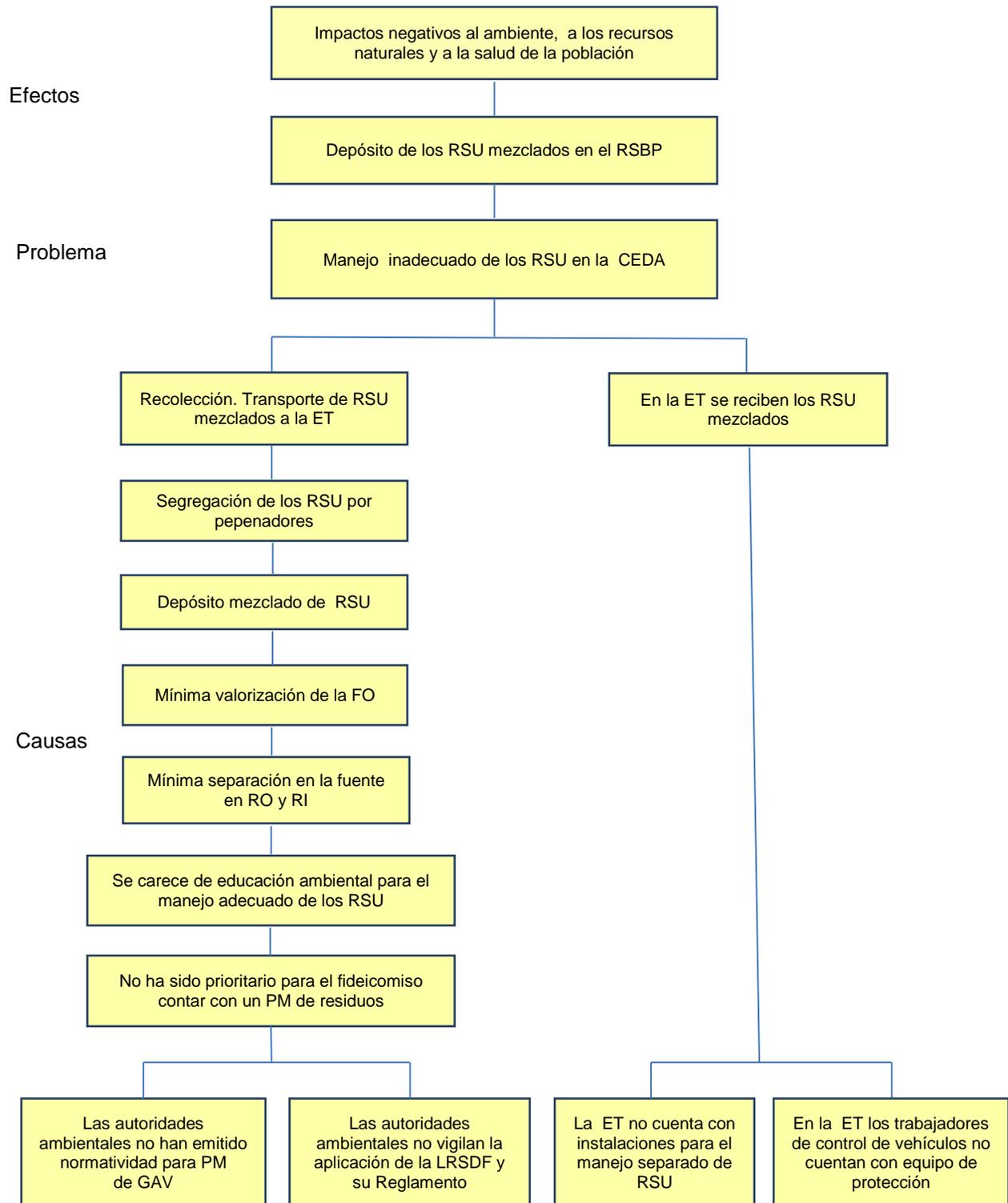


Figura 60. Árbol de problemas de los RSU en la CEDA

Fuente: Elaboración propia

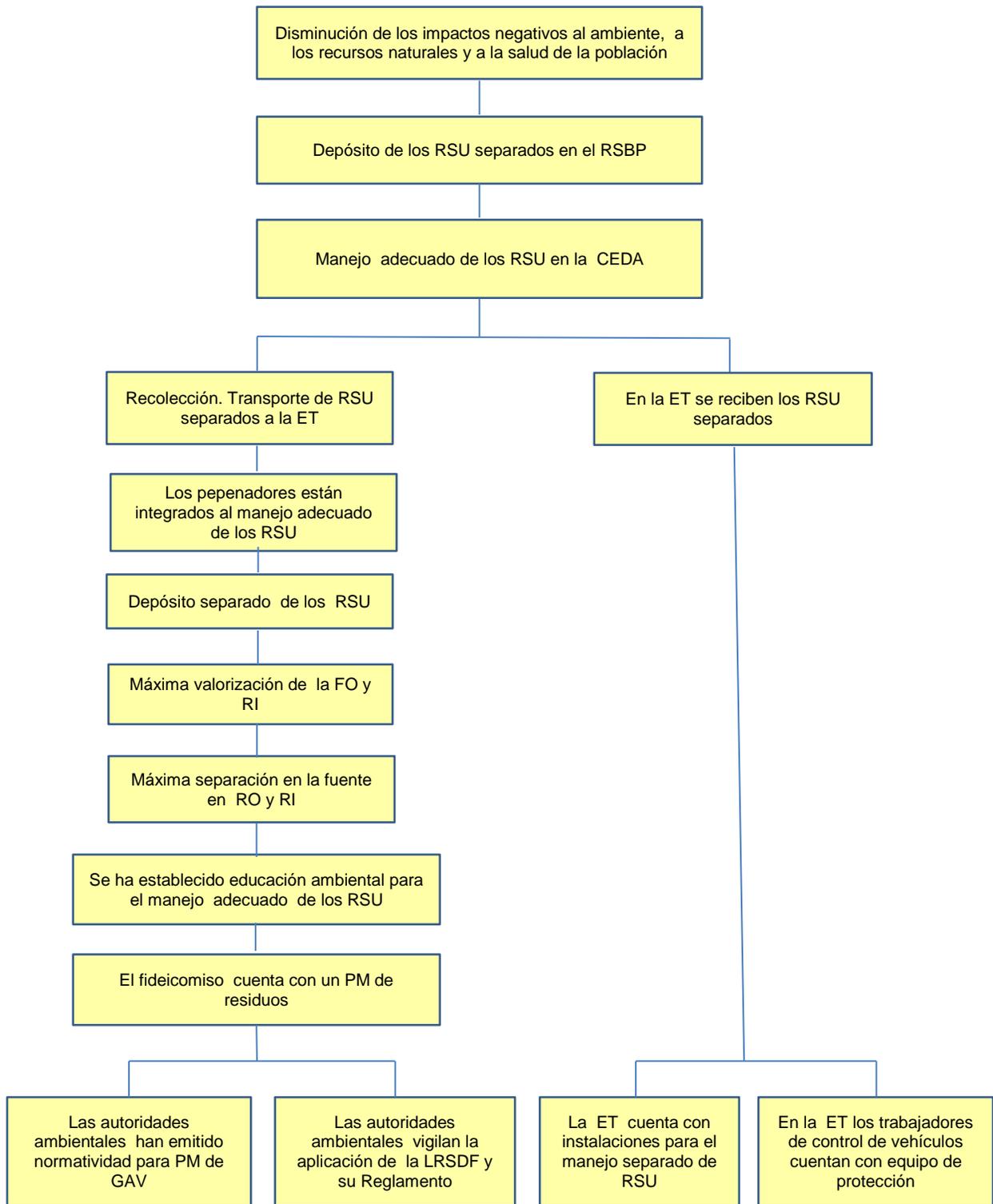


Fig. 61. Árbol de objetivos de los RSU en la CEDA

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Aspectos críticos identificados

A partir del análisis de la información de los apartados anteriores, y con el objetivo de presentar los resultados de una manera integral, se consideró útil agrupar los problemas principales en seis áreas, bajo el rubro de aspectos críticos.

3.3.3.1 Área técnico-operativa

Generación. *Falta de un inventario de RSU.* Este es un problema importante pues al 2010, se carece de un registro confiable sobre la generación, composición y origen de los RSU. El contar con un inventario de residuos es la base fundamental para la planeación de instalaciones integrales de manejo de residuos y permite visualizar el potencial de valorización de los residuos generados.

La separación en la fuente es mínima. Es un problema importante que afecta directamente a todo el sistema de manejo de los RSU dentro de la CEDA. Sus efectos se transfieren al sitio de disposición final con el depósito de los RSU mezclados. La afectación consiste en ser una fuente contaminante al RSBP por: (i) el aporte de humedad de la FO, (ii) reducir su vida útil, (iii) la emisión de GEI, (iv) la emisión de partículas que pueden ser transportados por el viento generando un impacto negativo a la salud humana de las poblaciones aledañas, y (v) el impacto visual negativo por la operación con la consecuente afectación al paisaje.

Depósito mezclado de los RSU en contenedores generales y en el suelo. Es un problema importante y derivado de la falta de separación en fuente. Los contenedores generales tanto de metal como de concreto se utilizan para el depósito mezclado de los RSU. Existen áreas en donde los contenedores están alejados de los puntos de generación o no hay espacio suficiente para su colocación. En otros casos, como en los estacionamientos aéreos, andenes, pasillos y vialidades, se carece de contenedores generales o de recipientes, según el caso. En general las áreas en donde se ubican los contenedores están descuidadas y reflejan falta de higiene.

Recolección y transporte de los RSU mezclados a la ET. Es un problema importante y derivado de la falta de separación en la fuente, que impacta en la eficiencia del sistema de recolección por las carencias en la planeación de rutas, horarios y cobertura. Las condiciones de la ET, reflejan falta de planeación de parte de las autoridades ambientales al establecer la separación en el origen y no adecuar las instalaciones a la recepción y envío separado de los RSU al RSBP.

Por otra parte, los trabajadores quienes laboran en el área de recepción y registro de vehículos, no cuentan con equipo de protección para el desempeño de sus actividades.

Los RSU llegan mezclados al RSBP. Este hecho constituye un problema importante porque incrementa el impacto negativo al ambiente, a los recursos naturales y a la salud de la población aledaña, en el sitio de disposición final.

3.3.3.2 Área económico - financiera

Mínima valorización de los RSU. Es un problema derivado de la separación en la fuente, requisito indispensable para la valorización de los residuos. La valorización de la FO por medio del compostaje representa menos del 10% de la generación total y se desconoce la cantidad de materiales reciclables que se segregan. También está relacionado con la falta de un inventario de residuos para valorizar.

A la fecha, no se han identificado beneficios para la comercialización de la composta que se produce en la PC del RSBP. Por otra parte, aunque actualmente la tecnología de DA se aplica a residuos de mercado en diversos países, en México no se ha aplicado a residuos de mercado.

3.3.3.3 Área de la salud

Los aspectos de afectación a la salud derivados del manejo inadecuado de los residuos dentro de la CEDA se dividen en tres: (i) por falta de equipo de protección para el personal formal que realiza actividades de barrido, recolección de RSU, transporte y quienes laboran en la ET, (ii) pepenadores que segregan los RSU y (iii) en menor grado a los usuarios de la CEDA y la población aledaña particularmente, a la ET, por los olores desagradables que despiden los residuos.

Cabe señalar que la dirección predominante de los vientos es noroeste-sureste y la ET está ubicada en la porción norte de la CEDA por lo que la población más afectada por olores desagradables es la ubicada al sur de la ET. Cabe señalar, que los RSU que se generan en la CEDA no están clasificados como peligrosos.

Otro aspecto importante es el manejo poco higiénico de productos hortofrutícolas de los puestos semifijos en donde los productos se encuentran directamente en el suelo aunado a la falta de limpieza y desinfección de las áreas comunes y la circulación de usuarios y vehículos.

3.3.3.4 Marco regulatorio

Falta de aplicación y cumplimiento de la legislación ambiental. Se considera la causa principal del problema central. Los actores involucrados son: (i) las autoridades ambientales y de salud quienes no realizan vigilancia en cuanto al manejo adecuado de los RSU a centros de abasto; que tampoco emiten la normatividad respectiva en materia de PM para GAV, y (ii) el fideicomiso al carecer de un PM como lo establece la legislación en el caso de los GAV.

Lo anterior aunado al carácter del fideicomiso privado que da origen a la CEDA con la participación de las autoridades ambientales del GDF en el CT, lo cual les da un carácter de juez y parte. En contraposición, tal hecho debería de facilitar la coordinación entre los sectores público y privado en materia de residuos.

3.3.3.5 Área ambiental

Al interior de la CEDA, el manejo inadecuado de los RSU no representa un problema importante debido a que: (i) diariamente o cada tercer día se lleva a cabo la recolección de residuos para su envío a la ET, y (ii) a que los RSU generados no están clasificados como peligrosos y que requieran de un manejo especial.

Lo relativo al impacto negativo en el RSBP ya se trató en el área técnico-operativa.

3.3.3.6 Área social y comunitaria

Falta de educación ambiental. Es un problema importante que afecta a todo el sistema de manejo de residuos en la CEDA. Los diversos actores tiran indiscriminadamente los residuos al piso tanto en andenes, pasillos, estacionamientos, vialidades y patios de maniobras. Se reporta que clientes, bodegueros y locatarios introducen residuos generados en sus hogares o resultado de la venta en mercados sobre ruedas.

Por otra parte, los camiones recolectores de las delegaciones Iztacalco e Iztapalapa dejan residuos en vialidades durante su trayecto a la ET. Estas situaciones dificultan la labor del personal de limpieza para mantener las áreas libres de residuos.

Se tiene conocimiento de que posteriormente a la entrada en vigor de la LRSDF (GDF, 2003) se tomaron ciertas acciones para separar los RSU en la fuente, y se diferenciaron los contenedores generales por colores: verde para orgánicos y gris para inorgánicos. Sin embargo, no se dio el seguimiento a las mismas.

Esta problemática se incrementa por la intensa actividad comercial que registra la CEDA a lo largo del día; el número de usuarios, tránsito vehicular particular y comercial en las 304 ha que ocupan sus instalaciones, aunado a la falta de personal de vigilancia en materia de residuos.

La valorización de los RSU está basada en el sector informal de los pepenadores, quienes se encargan de segregar los residuos; trabajan al margen de la ley sin remuneración fija ni prestaciones sociales. Se encargan de la segregación de RSU tanto para beneficio propio como para su comercialización; contribuyen a disminuir el flujo de RSU a disposición final y el costo de manejo. Junto con los comercializadores de reciclables y líderes forman parte de una cadena de reciclaje de materiales.

Capítulo 4

Estrategias del plan de manejo de los residuos sólidos urbanos en la CEDA

A partir de la problemática asociada al manejo de RSU en la CEDA, se definieron las estrategias principales que constituyen el PM así como los subprogramas. El objetivo general de éstos, es presentar una solución al problema de investigación y a los problemas principales, tabla 17:

Tabla 17. Estrategias y subprogramas del plan de manejo

Estrategias	Subprograma
1. Comunicación y educación ambiental	•Comunicación y educación ambiental
2. Separación en el origen	•Almacenamiento •Separación y depósito •Sector informal •Recolección selectiva
3. Valorización de la FO: tecnologías alternativas	•Inventario de residuos generados en la CEDA •Investigación científica y tecnológica para la valorización de la FO
4. Coordinación interinstitucional	•Fortalecimiento institucional
5. Vigilancia	•Monitoreo

Fuente: Elaboración propia

Para cada línea estratégica, se formularon subprogramas y para cada uno de ellos se establecieron: objetivos, metas, actividades y responsables de su ejecución. Cabe señalar que estos subprogramas fueron derivados de los aspectos críticos identificados como resultado del análisis del diagnóstico del manejo de los RSU en la CEDA y se encuentran alineados con el PGIRS 2009-2014 (GDF, 2010).

En tal contexto, para la implementación del PM en la CEDA y así contribuir a que ésta sea un espacio adecuado para cada uno de los actores que en ella interactúan, se requiere de su participación activa.

En el capítulo 3, apartado 3.1.4 se definieron los principales aspectos socioeconómicos, la infraestructura y las principales asociaciones: de bodegueros y locatarios en los mercados, GE por producto, Bancos de alimento, carretilleros, pepenadores y sindicatos de limpia mientras que en el apartado 3.1.5, a los principales actores sociales que intervienen en el manejo de los residuos en la CEDA. Los aspectos citados revisten gran importancia en el diseño del PM dado que las estrategias involucran a los actores y organizaciones sociales.

Particularmente, las asociaciones juegan un papel importante en la implementación de los programas de comunicación y educación ambiental mediante un trabajo de colaboración con las autoridades involucradas y a la vez, son potencialmente aliadas para la implementación del PM. En tanto que la infraestructura con la que se cuenta, como los medios de comunicación interna permitirán apoyar en la difusión de la educación ambiental.

A continuación se presentan cada una de las líneas estratégicas y sus respectivos subprogramas.

4.1 Línea estratégica: Comunicación y educación ambiental

Esta estrategia tiene dos componentes principales e íntimamente relacionadas: la comunicación ambiental y la educación ambiental. Su importancia radica en que: (i) constituye la base para la instrumentación de las actividades contenidas en cada una de las otras estrategias del PM, (ii) debe ser una constante en la GIRS, (iii) debe ser abordada en todos los niveles para la implementación del PM, y (iv) debe involucrar a todos los actores relacionados con la GIRS (GDF, 2010).

Por su parte, la comunicación ambiental es una herramienta que hace uso de los medios masivos de comunicación, de los procesos de diálogo y de los métodos participativos. Es así, que resulta de gran utilidad para apoyar políticas ambientales, fomentar la participación de la sociedad y llevar a cabo la implementación de proyectos.

En este sentido, las campañas educativas están destinadas a informar y sensibilizar a los individuos para conseguir su colaboración y a modificar los hábitos sanitarios por largo tiempo arraigados en la población en general (SEMARNAT, 2001). Ayudar a la gente a ser consciente del manejo adecuado de los residuos para su beneficio, de manera personal o como negocio es quizá el reto más importante de lograr. Por lo cual, las campañas deberán de ser diseñadas e implementadas por profesionales especializados en comunicación social y utilizar todos los medios de comunicación a su alcance.

La comunicación ambiental debe seguir los principios básicos de la planeación estratégica de la comunicación para el desarrollo. Lo anterior implica: (i) identificación del problema, (ii) identificar al grupo principal, conocer sus puntos de vista y considerarlos, (iii) objetivos y metas del proyecto, (iv) planeación del proyecto a mediano y largo plazo, (v) asegurar el presupuesto, (vi) evaluación con la participación de todos los sectores involucrados, (vii) definición de los medios de comunicación y de la cantidad de información, y (viii) resultados esperados (González, 2003). A lo anterior es pertinente agregar: (ix) las estrategias, y (x) los responsables de llevar a cabo la comunicación ambiental.

En particular, respecto a los medios de comunicación, además de los masivos debe considerarse la comunicación interpersonal y los medios alternativos (Solano, 2001). Por su parte, la educación ambiental se enfoca a procesos educativos para que los actores involucrados aprendan conocimientos, actitudes y valores sobre los temas ambientales.

Los antecedentes de la educación ambiental se encuentran en el principio 19 de la Declaración de Estocolmo, resultado de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en esa ciudad en 1972. En la Declaración, se confiere un carácter indispensable a la educación ambiental en dos vertientes: (i) la protección del medio ambiente con sentido de responsabilidad: prestar atención a sectores más desprotegidos y mantener bien informada a la sociedad, y (ii) la difusión de información educativa para proteger y mejorar el medio humano a través de los medios de comunicación masivos (PNUMA, 1972).

Con la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para la atención de asuntos de medio ambiente, tiene lugar como primera actividad, llevar a cabo el Seminario Internacional de Educación Ambiental (SIEA), celebrado en Belgrado, Yugoslavia en octubre de 1975. En dicho evento, se formuló la Carta de Belgrado en donde se hace énfasis en el deterioro ambiental. En este contexto, se planteó la meta de la educación ambiental: *“Formar una población mundial consciente y preocupada con el medio ambiente y con los problemas asociados, y que tenga conocimiento, aptitud, actitud, motivación y compromiso para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas existentes y para prevenir nuevos”* (SIEA, 1975).

Un año más tarde, en 1976, en la reunión de Chosica, Perú, se conformó una definición de educación ambiental más acorde a las condiciones de los países de América Latina y el Caribe y su problemática ambiental. Con un carácter integral que promoviera el conocimiento de los problemas del medio natural y social, y su vinculación con las causas (Gaudiano, 1999).

Desde entonces la educación ambiental ha evolucionado y busca promover la participación de las comunidades en procesos interrelacionados de investigación y educación con la finalidad de fomentar el desarrollo de las competencias personales y colectivas en la búsqueda de soluciones. En este sentido, la educación ambiental está relacionada con la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico en la búsqueda de soluciones y toma de decisiones.

Entre las nuevas corrientes está el bioregionalismo y la educación ambiental socialmente crítica. El primero busca reconectar a la gente con su ambiente, para aprender a conocerlo mejor y desarrollar un sentido de pertenencia. La segunda pone especial énfasis en identificar y analizar las relaciones de poder, donde la acción social lleva a transformar a los actores involucrados para obtener más autonomía y empoderamiento. En este contexto, la educación

ambiental es un proceso dinámico que lleva a la gente a la apropiación de su realidad socio-ambiental (Sauvé & Godmaire, 2004).

4.1.1 Subprograma: Comunicación y educación ambiental

Objetivos

- ▶ Desarrollar un sistema de comunicación enfocada a promover en todos los sectores involucrados en el manejo de residuos en la CEDA, la separación en la fuente de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos.
- ▶ Promover la concientización de la responsabilidad compartida y su relación con el MIR, a través de valores sociales y ambientales.

Metas

- ▶ Diseñar los cursos, manuales de apoyo y material para la difusión de para la educación ambiental en los diferentes cursos de capacitación durante el primer año de ejecución del PM.
- ▶ Contar con los instrumentos de apoyo para la educación ambiental en los diferentes cursos de capacitación durante el primer año de ejecución del PM.
- ▶ Llevar a cabo la comunicación y capacitación durante el periodo de ejecución del PM.
- ▶ Definir los indicadores durante el primer año.

Estrategias

- ▶ Solicitar el apoyo de las asociaciones para lograr los objetivos del PM.
- ▶ Formar comités ambientales (CA) por mercado/área administrativa para la impartición de talleres y a apoyo a la comunidad.
- ▶ Solicitar el apoyo de la SMADF- Dirección de Educación Ambiental (DEA).
- ▶ Solicitar el apoyo de Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- ▶ Firmar convenios con instituciones de educación superior (IES).

Actividades

- ▶ Definir e instrumentar mecanismos de difusión y comunicación adecuados al perfil de usuarios de la CEDA: publicaciones internas, página en internet, periódicos, murales, carteles, mantas, folletos de consulta, videos y audiovisuales.
- ▶ Definir el personal (promotores) que realizará las actividades de promoción y difusión.
- ▶ Desarrollar cursos específicos de capacitación sobre los lineamientos y procedimientos contenidos en el PM, dirigido a todos los actores que intervienen en el manejo de los residuos.
- ▶ Diseñar manuales, guías para los promotores y el material informativo para clientes.
- ▶ Llevar a cabo la capacitación.
- ▶ Llevar a cabo la campaña de comunicación, sensibilización y concientización a todos los actores involucrados en el manejo responsable de los RSU para dar a conocer los objetivos, las metas y los resultados esperados del PM.
- ▶ Definir indicadores para evaluar los avances y los resultados obtenidos. Considerar los propuestos en este documento.
- ▶ Evaluar el avance con el sistema de indicadores.
- ▶ Difundir los resultados.

Responsables

- ▶ Jefe de proyecto.
- ▶ SMADF- DEA.
- ▶ CECADESU-SEMARNAT.
- ▶ Asociaciones.
- ▶ CA.
- ▶ IES.

Financiamiento

- ▶ CT.
- ▶ CECADESU-SEMARNAT.

Evaluación

- a) Heteroevaluación. Interna: clientes y externa: CECADESU-SEMARNAT.
- b) Autoevaluación. Participantes en el programa.

Dada la importancia de este subprograma y con la finalidad de visualizar de manera integral el contenido de este subprograma, se presenta la tabla 18.

Tabla 18. Subprograma: comunicación y educación ambiental

Actividades	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> • Definir e instrumentar mecanismos de difusión y comunicación adecuados al perfil de usuarios de la CEDA: publicaciones internas, página en la Internet, periódicos, murales, carteles, mantas, folletos de consulta , videos y audiovisuales, interpersonal 	<p>Jefe de proyecto y SMADF- DEA</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Definir el personal (promotores) que realizará las actividades de promoción y difusión 	<p>Jefe de proyecto, asociaciones y CA</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar cursos específicos de capacitación sobre los lineamientos y procedimientos contenidos en el PM, dirigido a todos los actores que intervienen en el manejo de los residuos 	<p>Jefe de proyecto, SMADF- DEA e IES</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar manuales, guía para los promotores y el material informativo para clientes • Llevar a cabo la capacitación 	<p>SMADF- DEA, CA e IES</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo la campaña de comunicación, sensibilización y concientización a todos los actores involucrados en el manejo responsable de los RSU para dar a conocer los objetivos, las metas y los resultados esperados del PM 	<p>Jefe de proyecto, SMADF- DEA, asociaciones, CA e IES</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Definir indicadores para evaluar los avances y los resultados. Considerar los propuestos en este documento 	<p>Jefe de proyecto y SMADF-DEA</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el avance con el sistema de indicadores 	<p>Jefe de proyecto, CECADESU- SEMARNAT, participantes y visitantes</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Difundir los resultados 	<p>Jefe de proyecto</p>

Elaboración propia

4.2 Línea estratégica: Separación en el origen

La separación en origen de los RSU en la fuente de generación es la etapa más importante en el flujo de los mismos. A partir de ella es posible la minimización en la generación, el aprovechamiento y la valorización de los RSU para contribuir a la disminución de la contaminación ambiental. Al separar los RSU se contribuye a minimizar la cantidad de RSU tenga como destino final el RSBP.

No obstante lo anterior, resulta importante evaluar si aún con la separación en fuente se requiera de una separación centralizada para hacer más eficiente el manejo de residuos (Tankasen & Melanen, 1999).

De acuerdo a lo que establece la LRSDF (DOF, 2003) la responsabilidad de separar los RSU en orgánicos e inorgánicos es del generador; en este sentido, los responsables de separarlos son todos los actores que tienen una función en la CEDA. Sin embargo, parte de esta responsabilidad ha sido asumida por: (i) las autoridades de la CEDA y el GDF a través de la DGSU, en el caso del mercado de hortalizas y (ii) por los pepenadores.

4.2.1 Subprograma: Almacenamiento

El diseño de un sistema de almacenamiento depende de parámetros como: la cantidad y la densidad de RSU generados; frecuencia y sistema de recolección utilizado, los cuales tienen una influencia directa sobre el tipo, material, tamaño y capacidad del recipiente necesario para el almacenamiento (SEMARNAT, 2001). Generalmente, la elección de los contenedores y recipientes se hace considerando un criterio económico o estético pero no el impacto al ambiente para lo cual una herramienta útil es el análisis de ciclo de vida aplicado al sistema de almacenamiento (Rives & Gabarrell, 2010).

Cuando el almacenamiento es inadecuado, se afecta de manera negativa a todo el sistema de manejo de los residuos, principalmente al servicio de recolección

Objetivo

- ▶ Contar con un plan estratégico para la ubicación de los contenedores y recipientes para residuos separados.

Meta

- ▶ Lograr paulatinamente la reubicación de los contenedores existentes y la colocación de los recipientes en áreas adecuadas durante el primer año de ejecución del PM.

Actividades

- ▶ Elaborar un plan estratégico del espacio disponible para la ubicación de contenedores y recipientes que considere: (i) la reubicación de los contenedores generales existentes, (ii) la colocación de contenedores en los estacionamientos y (iii) la colocación de recipientes para clientes.
- ▶ Supervisar la aplicación de los lineamientos para áreas de depósito.
- ▶ Diseñar un programa de mantenimiento para: los contenedores, los recipientes, y las áreas donde se ubican.

Responsable

- ▶ Jefe de proyecto.

4.2.2 Subprograma: Separación y depósito

Separar en el origen, significa separarlos en donde son generados y antes de ser almacenados temporalmente para su recolección, por lo que estas dos etapas del manejo de residuos están íntimamente ligadas.

La separación en la fuente, además de ser una obligación de la ciudadanía es también una responsabilidad para el cuidado del ambiente, y puede ser:

- a) Primaria. Separación de RSU y de manejo especial en dos grupos: orgánicos e inorgánicos
- b) Secundaria. Separación de RSU y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de valorizarse (DOF, 2003).

La FO es la que se genera en mayor cantidad en la CEDA por lo que se sugiere evaluar la separación de sus residuos generados de acuerdo a la subclasificación citada.

Objetivos

- ▮ Separar los RSU en la fuente, en orgánicos e inorgánicos en todas las áreas que integran la CEDA.
- ▮ Asegurar que cada uno de los actores involucrados en la generación de residuos dentro de la CEDA deposite los residuos separados en los contenedores y recipientes correspondientes.

Metas

- ▮ Lograr paulatinamente la separación en la fuente de los RSU hasta llegar al 100% en todas las áreas durante el primer año de ejecución del PM.
- ▮ Lograr que la disposición de los residuos en los contenedores y recipientes se efectúe de acuerdo a los lineamientos del PM en el primer año de ejecución del mismo.

Actividades

- ▶ Separar los residuos en la fuente en: RO y RI en los mercados y áreas administrativas y de servicios; depositarlos en los contenedores, o entregarlos separados al área correspondiente.
- ▶ Supervisar que se mantenga la separación de los residuos en la fuente y su depósito en los contenedores y recipientes correspondientes.
- ▶ Capacitar al personal que realiza la actividad de barrido.
- ▶ Supervisar la actividad de barrido.

Responsable

- ▶ Jefe de proyecto.

4.2.3 Subprograma: Sector informal

En México, las actividades de manejo de RSU que realiza el sector informal se diferencian en la “pre-pepena” y la “pepena”. La primera, se refiere a la separación en los camiones de recolección de basura por sus trabajadores. La pepena se realiza en los tiraderos o basureros por los pepenadores. El nombre “pepenador” también es utilizado como denominación general para todas las personas que viven de la separación de la basura (Wamsler, 2000). En este contexto, en este estudio se utilizará el término de pepenador o segregador, y se considera que las actividades de segregación corresponden a la pre-pepena.

Cabe destacar los beneficios ambientales, sociales y económicos que reporta la actividad de los pepenadores: (i) disminuir el flujo de RSU que llegan a disposición final, (ii) obtener ingresos para un sector de bajos recursos que difícilmente podría ser empleado, y (iii) disminuir el costo de manejo de los residuos. En este sentido, se propone analizar y evaluar la forma en que podrán integrarse o verse afectado este sector informal por la implementación del PM. Asimismo, las opciones, los requerimientos y los costos sociales de integrarse a alguna de las etapas del MIR (Agarwal, *et. al.*, 2005).

En los países en vías de desarrollo, el manejo de residuos no debe centrarse únicamente en las alternativas tecnológicas, ya que la abundancia de mano de obra exige pensar en formas de organización de trabajo que incorporen esa fuerza de manera masiva a la vez que garanticen una mayor igualdad social. Dado que los problemas ambientales son el reflejo de la manera en que la sociedad desarrolla sus actividades, tales problemas son esencialmente, sociales, en donde los aspectos técnicos cobran una considerable importancia (Castillo, *et. al.*, 1987; Wilson, *et. al.*, 2006).

Por lo anterior, en el caso de la CEDA el MIR debe incorporar la realidad social particular que se genera alrededor de la actividad de los pepenadores. La implementación de un PM implica cambios tecnológicos que pueden producir efectos considerables en los pepenadores que realizan sus actividades en los diversos mercados.

Resulta favorable, el hecho de que los segregadores en la CEDA cuenten con una asociación, lo cual ofrece, por una parte, alternativas de organización social de este trabajo y la posibilidad de una opción laboral valorada socialmente. Y por otra, de colaborar en la prevención de los impactos a la salud y al ambiente provocados por la falta de separación en la fuente de los residuos.

Si bien, desde el punto de vista social conviene la segregación de la mayor parte de los materiales reciclables habrá que considerar que la existencia del mercado para éstos, funciona en base a la obtención de ganancias para los líderes y las empresas a las cuales se les venden.

Objetivo

- ▶ Integrar al sector informal en el manejo de los residuos en la CEDA.

Meta

- ▶ Lograr que el sector informal en la CEDA esté integrado al manejo adecuado de los residuos en el primer año de ejecución del PM.

Actividades

- ▶ Promover un acuerdo entre el CT y la Asociación de pepenadores (AP) para que éstos se integren a las actividades de manejo de los residuos en la CEDA.
- ▶ Dar seguimiento al acuerdo establecido.
- ▶ Fomentar los pepenadores se apeguen a los lineamientos establecidos en el PM.

Responsables

- ▶ Jefe de proyecto.
- ▶ AP.

4.2.4 Subprograma: Recolección selectiva

La recolección selectiva es pieza clave para cualquier programa que se implemente de reciclaje de los RS. Esta actividad permite incrementar el acopio de la cantidad de residuos que son potencialmente valorizables, generando economías en el consumo de materias primas y contribuyendo, a la preservación del ambiente.

Sin embargo, cabe señalar que la recolección separada implica un mayor costo pues impacta en las siguientes etapas de manejo de RSU como son el almacenamiento separado, reorganizar las rutas de recolección, evaluar la eficiencia de la recolección. Asimismo, definir claramente los materiales que se van a recuperar, evaluar la infraestructura y método de recolección.

El estudio sobre tiempo y desplazamiento es un procedimiento útil para obtener en el campo la información relevante de las actividades de recolección y transporte, a través de un diagnóstico. Resulta de gran utilidad para identificar las necesidades actuales y las opciones viables para mejorarlas. Además permite conocer: (i) la eficiencia del uso del equipo de recolección y de los operario, (ii) verificar la eficiencia de las rutas, frecuencia y horarios establecidos, (iii) las características de los contenedores y recipientes, (iv) verificar el mantenimiento y condición del equipo, (v) el nivel del servicio, (vi) conocer el comportamiento de los operarios y sus niveles de seguridad, y (vii) el nivel de colaboración de los usuarios (OPS, 2002).

El diseño de rutas es la base de la recolección selectiva y se encuentra íntimamente relacionada con otras etapas del sistema de manejo integral de RSU como son: el barrido y el transporte de los RSU separados a transferencia. Para el diseño de un sistema adecuado de recolección se recomienda considerar los siguientes parámetros técnicos: procedencia y volumen de los residuos, tipo de almacenamiento, frecuencia y cobertura de recolección, método de recolección y tripulación, y tipo de vehículos. Lo anterior permitirá un diseño de rutas de recolección adecuado.

Por lo que compete al personal requerido deberá de proporcionársele el equipo de protección necesario para el desempeño de sus actividades con la finalidad de proteger su salud, evitar accidentes y ser eficientes. Asimismo, deberá de capacitársele sobre las tareas a desempeñar de tal forma que se logre la máxima eficiencia del sistema de recolección.

Objetivos

- ▶ Integrar esquemas de rutas que permitan operar la recolección selectiva dentro de las instalaciones de la CEDA.
- ▶ Evaluar las condiciones del personal, equipo y parque vehicular para la recolección de residuos.
- ▶ Contar con un programa de limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo del parque vehicular actual.

Meta

- ▶ Al término del primer año de ejecución del PM se cuente sistema integral de recolección selectiva.

Actividades

- ▶ Diseñar un esquema de rutas de recolección para la recolección selectiva dentro de las instalaciones de la CEDA.
- ▶ Evaluar al personal destinado a la recolección selectiva.
- ▶ Supervisar la capacitación del personal.
- ▶ Evaluar el parque vehicular actual y adecuar un sistema que permita operar la recolección selectiva.
- ▶ Diseñar procedimientos de seguridad e higiene para los trabajadores.
- ▶ Supervisar la aplicación de los procedimientos de seguridad e higiene.
- ▶ Diseñar un programa de mantenimiento para las unidades de recolección selectiva
- ▶ Supervisar la aplicación del programa de mantenimiento.

Responsable

- ▶ Jefe de proyecto.

4.3 Línea estratégica: Valorización de la fracción orgánica: tecnologías alternativas

Esta estrategia presenta dos métodos de tratamiento: (i) el compostaje, y (ii) la DA. Considerados como métodos de tratamiento biológico y químico, respectivamente, más utilizados en el mundo para la valorización de los RO. En el marco del MIR, los métodos de tratamiento utilizados deberán ser socialmente aceptables, ambientalmente efectivos y económicamente viables. A través de los procesos involucrados se realiza la transformación de la MO de los RSU en productos gaseosos, líquidos o sólidos.

La finalidad es aprovechar los productos que se generan a través del tratamiento de los residuos por las tecnologías de compostaje y DA como son la composta y, el biogás y mejorador de suelo, respectivamente. Dado el objetivo de este trabajo se presentan en esta sección las generalidades de cada una de las tecnologías mencionadas y en el Anexo 5, los aspectos técnicos y económicos más relevantes de cada una de ellas así como sus ventajas y desventajas. Lo anterior por considerar que no basta con contar con un sustrato factible de valorizar sino que deben de considerarse todos los aspectos que involucra la aplicación de tales tecnologías.

Compostaje. Es la tecnología más usada para la estabilización y minimización de RO en relación a la DA y forma parte del MIR de los RSU; tiene bajo costo de inversión y buenos resultados para producir fertilizante orgánico a partir de la mezcla de residuos del mercado y poda (Aulinas & Bonmati, 2008) en comparación con la DA y aplica tanto a la fracción orgánica de los RSU como de actividades industriales. Permite la valorización de los residuos para generar el producto final que es la composta y aprovecharlo como fertilizante o mejorador de suelo (Cadena, *et. al.*, 2009).

El proceso es biológico por la descomposición de sustancias orgánicas de plantas o animales bajo condiciones controladas hasta alcanzar un estado de estabilidad. La proliferación y actividad microbiana determinan la velocidad y tiempo de compostaje que actúan sobre el sustrato. Las características más importantes de éste relacionadas son la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), tamaño de partícula, disponibilidad de oxígeno, aereación, contenido de humedad, temperatura, pH. Las características químicas y físicas del sustrato y la aereación son importantes en el diseño del proceso (Díaz, *et al*, 1993). El tiempo de producción de la composta depende los sistemas usados a) abiertos: pilas estáticas y de volteo, y b) cerrados: túneles y pilas confinadas (Levis, *et. al.*, 2010) pero puede variar entre cuatro y seis semanas.

Digestión anaerobia.- La tecnología de DA tiene como finalidad estabilizar los RO. A nivel industrial el proceso consiste en alimentar un reactor o digester con MO y someterla a la acción de las bacterias. Con ayuda de la trituración de la materia y eventualmente un aporte de agua, pero sobre todo de calor, se acelera la digestión y se obtiene biogás y digestato.

El primero es un gas combustible. En promedio el biogás resultado de la separación de los residuos de alimentos en reactores BTA, está compuesto de CH₄ (65%) y CO₂ (35%) (RIS, 2005). Se puede utilizar en cualquier sector: industrial, comercial, transporte, de servicios o domésticos. Los usos dependen de factores como costo, condiciones económicas, seguridad,

ubicación geográfica y viabilidad dependiendo de la región. El segundo, es rico en nutrientes y puede usarse como fertilizante en función de su calidad (Greben & Oelofse, 2009).

Los residuos de frutas y verduras tienen un gran potencial para generar energía a través de la DA ya que contienen entre 8% y 18% de sólidos totales (ST) (Bouallagui, *et. al.*, 2005). La fracción orgánica de frutas y verduras (FOFV) se caracteriza por su alto contenido de sólidos volátiles (SV) que pueden llegar al 91% de los ST y un rendimiento en la producción de biogás de 0.489 m³ de CH₄ /kg de SV (Mata-Álvarez, *et. al.*, 1992).

Las características en que se basa el diseño de reactores para la DA incluye tipo de residuos, pre-tratamiento mecánico, químico o térmico, el cual tiene por objetivo acelerar la fase de hidrólisis, separar el flujo de residuos, reducir el tamaño de partícula y aumentar la producción de CH₄ (Kim, *et. al.*, 2003).

Los parámetros más importantes a considerar para el tratamiento de la fracción orgánica son: velocidad de carga orgánica, velocidad de formación de CH₄ y tiempo de retención (TR). La primera indica la capacidad de degradación del sistema, mientras que el volumen de CH₄ producido por unidad de volumen de reactor indica la eficacia de la conversión. La duración del proceso para la obtención del biogás puede durar hasta 15 días en reactores BTA para un sustrato de fracción orgánica (Blischke, 2004).

El aprovechamiento de la FO de la CEDA a través de las tecnologías de compostaje y DA plantea retos importantes tanto técnicos como económicos que están íntimamente ligados y que deben considerarse en la planeación del MIR. Sin embargo, la estrategia para la toma de decisiones, no se limita únicamente a considerar elementos como el potencial de la biomasa relacionada al tipo de residuos, la ubicación de los sitios de recolección de residuos y de las instalaciones de manejo así como su costo.

Se requiere de un análisis amplio y profundo, como el modelo de las cadenas, para el abastecimiento de biomasa de residuos (WBC por sus siglas en inglés) (Iakovou, *et. al.*, 2010) y de una evaluación del sistema de biorresiduos (Comisión de las Comunidades Europeas, 2008).

En este sentido habrá que considerar: (i) el manejo adecuado de los residuos de acuerdo a la tecnología elegida, (ii) el costo y la eficiencia de las operaciones logísticas, (iii) asegurar el abastecimiento de los residuos en términos de cantidad y calidad, (iv) la fuente de la energía que se sustituye por la energía recuperada, (v) la cantidad de energía que puede recuperarse (vi) la cantidad, calidad y la utilización de los productos finales y de los productos que se sustituyen por su uso, y (vii) el impacto a la salud y al ambiente de las instalaciones de tratamiento de residuos.

4.3.1 Subprograma: Inventario de los residuos

El desarrollo de un sistema de información para conocer la cantidad y la composición de los residuos generados en la CEDA permitirá establecer las bases para continuar con las actividades en el acopio de información en el mediano y largo plazo.

Objetivo

- ▶ Integrar el inventario de residuos generados en la CEDA.

Meta

- ▶ Contar con una base de datos sobre la generación y composición de los residuos generados en la CEDA, al término del segundo año de ejecución del PM.

Actividades

- ▶ Establecer los criterios para el inventario de residuos separados.
- ▶ Realizar estudios de generación y de composición de los residuos generados en la CEDA.
- ▶ Mantener la actualización del inventario.

Responsables

- ▶ Jefe de proyecto.
- ▶ ET.

4.3.2 Subprograma: Investigación científica y tecnológica para la valorización de la fracción orgánica

La situación actual de la gestión de los residuos que prevalece en el DF, requiere que se establezcan nuevos criterios para abordar el problema con una visión transversal. Por lo tanto, la investigación científica y tecnológica debe ser un componente fundamental de esta visión; debe ser impulsada en los cuerpos académicos de las instituciones educativas y centros de investigación en nuestro país. La investigación no deben de enfocarse únicamente al desarrollo de nuevas tecnologías, sino también de evaluar las ya desarrolladas y aplicadas en otros países para adecuarlas a las condiciones de la CEDA. Estas investigaciones deberán ser desarrolladas involucrando la interdisciplinariedad que considere otros componentes tales como los aspectos sociales, económicos y ambientales inherentes al manejo de los residuos.

Objetivo

- ▶ Promover en los cuerpos académicos de las Instituciones Educativas y Centros de Investigación establecidos en el DF y en otras entidades federativas, el desarrollo de proyectos de investigación sobre temas prioritarios para la valorización de la fracción orgánica de residuos de mercado.

Metas

- ▶ Contar con estudios de mercado de las fracciones separadas de los residuos, al término del tercer año de ejecución del PM.
- ▶ Al inicio del quinto año de ejecución del PM se gestionarán los recursos económicos para el apoyo de las investigaciones.
- ▶ Al término del quinto año de ejecución del PM se debe de contar con la evaluación de la factibilidad técnico-económica de la aplicación o adecuación de alternativas tecnológicas para el tratamiento de la FO de la CEDA.

Actividades

- ▶ Efectuar estudio de mercado de las fracciones separadas de los residuos.
- ▶ Establecer contacto con cuerpos académicos de las instituciones educativas y centros de investigación del DF para la colaboración en el desarrollo de proyectos de investigación que involucren tecnologías alternativas para la valorización de la FO.
- ▶ Gestionar recursos económicos para el apoyo de las investigaciones que realicen los cuerpos académicos, ante: (i) el fideicomiso, (ii) el Fondo Metropolitano, y (iii) el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y sus diferentes programas.

Responsables

- ▶ Jefe de proyecto.
- ▶ CT.
- ▶ SMADF.

4. 4. Línea estratégica: Coordinación interinstitucional

En la CEDA, en materia de residuos, participan varias instancias: CT, SMADF, SOS, delegaciones, asociaciones y sindicatos; y dentro de ellas, varias de sus oficinas que desempeñan distintas funciones. Por lo que es necesaria una acción coordinada para la implementación del PM.

4.4.1 Subprograma: Fortalecimiento institucional

Se requerirá que cada una de las instituciones participantes del sector público defina sus atribuciones en las diferentes estrategias contenidas en el PM con la finalidad de asegurar la mayor participación y colaboración de cada una de ellas en el ámbito de su competencia para el desarrollo de las actividades.

Objetivo

- ▮ Asegurar una participación eficiente y eficaz por parte de cada una de las instancias para la ejecución del PM.

Meta

- ▮ A inicio del primer año de ejecución del PM, deberán haberse realizado reuniones con los directivos de las distintas instancias involucradas para dar a conocer los lineamientos del PM y los requerimientos de colaboración.

Actividades

- ▮ El CT convocará a una reunión con los representantes de las siguientes instituciones: SMADF, SOS y delegaciones para dar a conocer: (i) el diagnóstico, (ii) los aspectos críticos identificados, (iii) los lineamientos del PM y (iv) los requerimientos de colaboración para su ejecución.
- ▮ Llevar a cabo reuniones ejecutivas de seguimiento.

Responsable

- ▮ CT.
- ▮ Jefe de proyecto.
- ▮ SEMARNAT.
- ▮ SMADF.
- ▮ IES.

4.5 Línea estratégica: Vigilancia

Supervisar el cumplimiento de las estrategias establecidas durante el periodo de vigencia del PM permite reorganizar acciones en tiempo y forma, de tal manera que se acaten con las disposiciones implementadas en este PM.

El seguimiento y control del funcionamiento de la PM requiere de la elaboración y uso de indicadores que permitan evaluar las acciones del PM y hacer más eficiente el manejo de los residuos.

4.5.1 Subprograma: Monitoreo

Una vez que se ha decidido poner en marcha el PM, debe asegurarse que este paso de la planificación al establecimiento se realice de la mejor manera posible para el logro de los objetivos planteados a través de un programa de monitoreo. Esto es, establecer de manera concreta los criterios y pautas para llevar a cabo los primeros pasos de implementación concreta del PM, su seguimiento, parámetros y mecanismos de monitoreo de las acciones propuestas para su evaluación (OPS, 2002). Por lo que resulta de gran ayuda el uso de indicadores (Heink & Kowarik, 2010).

Un programa de monitoreo posibilita: (i) evaluar el avance y cumplimiento de actividades para lograr los objetivos y metas planteados, (ii) identificar desviaciones, y (iii) la retroalimentación y corrección sistemática del PM. Por lo que se requiere de detallar las actividades por períodos: mes, trimestre, semestre y/o por año.

Los objetivos principales son:

- ▶ Verificar los avances particulares respecto al PM y al cumplimiento de los objetivos para el manejo de los RSU.
- ▶ Identificar las posibles desviaciones al PM y asegurar que se realicen las medidas preventivas o correctivas necesarias.
- ▶ Identificar los impactos no previstos y proponer las medidas correctivas adecuadas.
- ▶ Verificar la eficacia de la aplicación del PM, se refiere a con cuánto se pueden satisfacer las necesidades actuales y en dónde se requiere invertir para mejorar.
- ▶ Verificar la eficiencia, permite saber si los recursos se están utilizando de la mejor manera para prestar un servicio a la mayor cantidad de usuarios e identificar áreas de mejora.

El programa de monitoreo debe planificarse y establecer quién es el responsable, cómo y cuándo se realiza cada actividad. Por lo que se recomienda que esta actividad quede a cargo de un organismo diferente a quien se encargue de la ejecución del PM y requiere de una revisión periódica a fin de proponer mejoras (SEMARNAT-GTZ, 2006). Los indicadores propuestos se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Indicadores propuestos para el monitoreo del plan de manejo

Estrategia	Indicador	Definición	Unidades
Comunicación y educación ambiental	Eficiencia de los talleres de comunicación, educación y sensibilización	ETCES= $PT-NP/PT*100$ PT= población total	%
	Participación	NP= número de personas participantes $P=NP/PT*100$ NP =número de personas que han asistido a talleres PT= población total	%
	Satisfacción de la comunidad participante	SCP=Número de quejas sobre la implementación del PM de residuos/mes/año	No. de quejas/mes/año
Generación Indicadores generales	Generación total de RSU que se registran en la ET por día/mes/año	GT/día/mes/año	ton/día ton/mes ton/año
	Generación de RSU composición que se registran en la ET por día/mes/año	GC= $=(FO+FI)/día$ FO= fracción orgánica RI= residuos inorgánicos GFO/día/mes/año RI/ día/mes/año	ton/día ton/mes ton/año
Separación en el origen	Eficiencia de recolección separada	ERS= $RS/RTG*100$ RS= cantidad de RSU recolectada separada	%
Recolección selectiva	Cobertura de recolección	GTR=generación total de residuos $CR=RA/RP*100$ RA=rutas atendidas/día RT=rutas totales/día	%
	Eficiencia en la recolección	$CR=CR/CT*100$ CR=contenedores recolectados por día CT=contenedores totales	%
	Eficiencia de barrido	EB=kilómetros de calles que se barren por empleado	km/empleado
	Eficiencia vehicular	EV=toneladas de RSU separados recolectados por vehículo y llevadas a la ET	Ton/vehículo
	Eficiencia en el transporte	ET= $VRV/VPV*100$ VRV=Viajes realizados por vehículo a la ET VPV=viajes planeados por vehículo a la ET	%

Estrategia	Indicador	Definición	Unidades
Mejoramiento de la infraestructura	Eficiencia de mejora en la infraestructura: ET y PC	EMI=ARM/APM*100 ARM= acciones realizadas de mejora	%
	Eficiencia en la capacitación	APM=acciones planeadas de mejora EC=PC/PT*100 PC= personal capacitados semestralmente PT=personal total que requiere capacitación por semestre	%
	Eficiencia en el mantenimiento de equipo	EM=AP+AC realizadas/TAP*100 AP=acciones preventivas AC=acciones correctivas TAP=total de acciones planeadas	%
Aprovechamiento y valorización	Eficiencia en el reciclado de RI	ERI= MRS/MPR*100 MRS= materiales reciclables separados MPR=materiales potencialmente reciclables o disponibles para reciclar	%
	Eficiencia de tratamiento biológico por compostaje	ETBC= FOC/FOTG*100 FOC=fracción orgánica tratada por compostaje FOTG= fracción orgánica total generada	%
	Eficiencia de disposición final	EDF=RRS/RTG*100 RRS=residuos enviados a relleno sanitario RTG=residuos totales generados	%
Operación/Costos	Costo de recolección por tonelada/día/mes/año	CR=CTR/TRR CTR=costo total del servicio de recolección TRR=toneladas de residuos recolectados	Pesos M.N./ton

Fuente: Elaboración propia con información de: Dahlén, L. & Lagerkvist, A. 2010. Evaluation of recycling programmes in household waste collection systems. *Waste Management & Research*, 28, 577–586; Bovea, M.D., V. Ibañez-Forés, A. Gallardo & F. J. Colomer-Mendoza. 2010. Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. *Waste Management* 30, 2383-2395; Petrosillo, I., A. De Marco, S. Botta & C. Comoglio. 2011. EMAS in local authorities: Suitable indicators in adopting environmental management systems. *Ecological Indicators*. Doi:10.1016/i.ecolind.2011.06.011; Bringhenti, J. R., E. Zandonade & W. M. R. Günter. 2011. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. *Resources, Conservation and Recycling* 55, 876-884.

Objetivo

- Implementar un sistema de evaluación de las estrategias del PM, a partir de indicadores.

Meta

- Contar con un sistema de indicadores para la evaluación de las estrategias del PM, a partir del primer año de ejecución del PM.

Actividades

- ▶ Diseñar un sistema de evaluación de las estrategias del PM durante su vigencia, sus avances y resultados, a través de indicadores considerando los que propone este documento.
- ▶ Llevar a cabo la evaluación correspondiente y la actualización del sistema.

Responsable

- ▶ Jefe de proyecto.
- ▶ Asociaciones.

Capítulo 5

Plan de acción a corto, mediano y largo plazo

El PA es el conjunto de actividades necesarias y la secuencia de realización para ejecutar la solución elegida, después del análisis de un problema. Esta herramienta es sencilla pero debe ejecutarse de manera adecuada (Municio, 2007). Muestra de forma estructurada, clara y concisa las estrategias y sus subprogramas.

Las actividades de cada uno a corto, mediano y largo plazos; así como el responsable de llevarlas a cabo. A partir de este esquema la CEDA estará en posibilidad de buscar los recursos económicos para la ejecución de las actividades requeridas.

Las fuentes de financiamiento identificadas para obtener los recursos económicos para la implementación del PM de residuos en la CEDA son las siguientes:

- ▶ Recursos del fideicomiso.
- ▶ Recursos del GDF. El GDF con recursos propios derivados de impuestos abre una licitación y se contrata a la empresa que realizará el proyecto.
- ▶ Crédito GDF. El GDF solicita un crédito al Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBRAS) y éste lo asigna a Secretaría de Hacienda y Crédito Público para que a su vez lo asigne al GDF asegurándose que haya una fuente de pago.
- ▶ Crédito Sector Privado.- Se abre una licitación para el proyecto bajo un esquema en el cual la empresa ganadora solicita el préstamo a BANOBRAS y obtiene la concesión de comercializar el biogás y dará una participación al GDF, en su caso.
- ▶ A fondo perdido.- El GDF y el sector privado, después de realizar estudios tarifarios, técnicos, ambientales, entre otros, forman un fideicomiso con el Fondo Nacional de Infraestructura con un 49% a fondo perdido y el resto a financiarse por el sector privado (Comunicación personal: BANOBRAS).

A continuación, la tabla 20, ilustra el PA:

Tabla 20. Plan de acción a corto, mediano y largo plazo

Línea Estratégica	Núm.	Subprograma	Corto plazo (1 año)	Mediano plazo (2-4 años)	Largo plazo (5 años en adelante)	Responsable
Comunicación y educación ambiental	1	Comunicación y educación ambiental	Definir e instrumentar mecanismos de difusión y comunicación	Llevar a cabo la difusión de la educación ambiental en todos los actores	Llevar a cabo la difusión de la educación ambiental en todos los actores	Jefe de proyecto y SMADF-DEA
			Definir el personal (promotores) que realizará las actividades de promoción y difusión	Dar seguimiento a las actividades de los promotores	Dar seguimiento a las actividades de los promotores	Jefe de proyecto, asociaciones y CA
			Desarrollar cursos específicos de capacitación sobre los lineamientos y procedimientos contenidos en el PM	Implementación de los cursos	Revisar y evaluar los cursos	Jefe de proyecto, SMADF-DEA e IES
			Diseñar manuales, guía para los promotores y material informativo para clientes	Utilización de manuales, guía y material informativo	Revisar y evaluar manuales, guía y material informativo	SMADF-DEA, CA e IES
				Llevar a cabo la capacitación	Mantener la capacitación	SMADF-DEA, asociaciones y CA
				Llevar a cabo la campaña de comunicación, sensibilización y concientización	Mantener la campaña	Jefe de proyecto, SMA-DEA, asociaciones, CA e IES
			Definir indicadores para evaluar los avances y los resultados. Considerar los propuestos en este documento	Evaluar el avance con el sistema de indicadores	Mantener el sistema de evaluación	Jefe de proyecto, CECADESU-SEMARNAT, SMADF-DEA, participantes y visitantes
				Difundir los resultados	Mantener la difusión de resultados	Jefe de proyecto y asociaciones
Separación en el origen	1	Almacenamiento	Elaborar un plan estratégico del espacio disponible para la ubicación de contenedores y recipientes	Supervisar la aplicación de los lineamientos para áreas de depósito	Supervisar la aplicación de los lineamientos para áreas de depósito	Jefe de proyecto
			Diseñar un programa de mantenimiento para el equipo de almacenamiento y áreas de ubicación	Mantener el programa de mantenimiento	Mantener el programa de mantenimiento	Jefe de proyecto

Línea Estratégica	Núm.	Subprograma	Corto plazo (1 año)	Mediano plazo (2-4 años)	Largo plazo (5 años en adelante)	Responsable
	2	Separación y depósito	Separar los residuos en la fuente en todas las áreas y depositarlos en los contenedores y recipientes correspondientes	Supervisar que se mantenga la separación de los residuos en la fuente y su depósito en los contenedores y recipientes correspondientes	Supervisar que se mantenga la separación de los residuos en la fuente y su depósito en los contenedores y recipientes correspondientes	Jefe de proyecto
	3	Sector informal	Promover un acuerdo entre el CT y la AP	Dar seguimiento al acuerdo	Dar seguimiento al acuerdo	Jefe de proyecto y AP
			Fomentar que los pepenadores se apeguen a los lineamientos establecidos	Supervisar las actividades del sector informal	Supervisar las actividades del sector informal	Jefe de proyecto y AP
Recolección selectiva	1	Recolección selectiva	Diseñar un esquema de rutas para la recolección selectiva	Mantener operando el esquema de rutas	Mantener operando el esquema de rutas	Jefe de proyecto
			Evaluar al personal destinado a la recolección selectiva	Supervisar las actividades de recolección	Supervisar las actividades de recolección	Jefe de proyecto
			Evaluar el parque vehicular actual y adecuar un sistema que permita operar la recolección selectiva	Mantener operando el sistema de recolección selectiva	Mantener operando el sistema de recolección selectiva	Jefe de proyecto
			Diseñar procedimientos de seguridad e higiene para los trabajadores	Supervisar la aplicación de los procedimientos de seguridad e higiene	Supervisar la aplicación de los procedimientos de seguridad e higiene	Jefe de proyecto
			Diseñar un programa de mantenimiento para las unidades de recolección selectiva	Supervisar la aplicación del programa de mantenimiento	Supervisar la aplicación del programa de mantenimiento	Jefe de proyecto
Valorización de la FO: tecnologías alternativas	1	Inventario de residuos	Establecer los criterios para el inventario de residuos separados	Realizar estudios de generación y composición de residuos generados en la CEDA	Mantener la actualización del inventario	Jefe de proyecto y ET
	2	Investigación científica y tecnológica para la valorización de la FO		Efectuar estudio de mercado de las fracciones separadas	Concretar proyectos de investigación sobre tecnologías alternativas para valorizar la FO con instituciones académicas del DF. Apoyar su aplicación	CT, Jefe de proyecto y SMADF
					Gestionar recursos económicos para el apoyo de la investigación	CT/SMADF

Línea Estratégica	Núm.	Subprograma	Corto plazo (1 año)	Mediano plazo (2-4 años)	Largo plazo (5 años en adelante)	Responsable
Coordinación interinstitucional	1	Fortalecimiento o interinstitucional	El CT convocará a reuniones con representantes de instituciones involucradas en el PM para darlo a conocer y solicitar su colaboración	Reuniones ejecutivas de seguimiento	Reuniones ejecutivas de seguimiento	CT, Jefe de proyecto, SEMARNAT, SMADF e IES
Vigilancia	1	Monitoreo	Diseñar un sistema de evaluación de las estrategias del PM durante su vigencia, considerando los indicadores propuestos en este documento	Evaluación de estrategias por medio de indicadores	Evaluación de estrategias por medio de indicadores	Jefe de proyecto
				Difusión de resultados del PM	Mantener la difusión de resultados del PM	Jefe de proyecto y asociaciones

Fuente: Elaboración propia

5.1 Revisión y actualización del plan de manejo

El PM una vez implementado constituye un proceso continuo, que requiere de retroalimentación periódica y de flexibilidad a mediano plazo para adaptarse, identificar e incluir los cambios necesarios de acuerdo a las condiciones de la propia CEDA. Estos cambios pueden ser: (i) administrativos por cambios de administración en el Fideicomiso o de las autoridades ambientales), (ii) tecnológicos, e (iii) institucionales, principalmente. Así que con la finalidad de adaptarse a los cambios y encontrar las nuevas necesidades a cubrir y de acuerdo a la metodología propuesta (OPS, 2002) se requiere de repetir el proceso de planeación, comenzando desde el principio.

Los tiempos de revisión y actualización se recomienda que sean propuestos por el área responsable de la implementación del PM de residuos. Es recomendable llevar a cabo, al menos una revisión anual. Sin embargo, en el caso específico de presentarse un cambio de administración en el Fideicomiso, deberá de realizarse en el primer semestre después de efectuado el cambio (SEMARNAT-GTZ, 2006).

Conclusiones

- ▶ Este trabajo tiene un carácter propositivo al tomar como objeto de investigación la problemática de la CEDA en relación al manejo de los RSU generados, y a partir del análisis del diagnóstico, plantear una solución integral al problema.
- ▶ La información obtenida a partir del diagnóstico sobre el manejo de los residuos en la CEDA, constituyó la parte medular para el establecimiento de las estrategias contenidas en el PM.
- ▶ El análisis causa- efecto revela que, el manejo inadecuado de los RSU en la CEDA, se debe a la falta de observancia de la legislación ambiental local en materia de residuos por parte del fideicomiso, y a la falta de la vigilancia en la aplicación de la legislación por las autoridades competentes.
- ▶ Al 2010, las prácticas de manejo de los RSU generados en la CEDA funcionaron debido a que éstos se manejan mezclados.
- ▶ La falta de lineamientos y metodología en materia de PM para GAV de residuos; y de normatividad para el manejo de RSU dificulta el cumplimiento de las obligaciones de los GAV y de los principios de prevención, minimización y valorización por parte de los GAV.
- ▶ Se desconoce la generación total de RSU en la CEDA así como de las fracciones que la componen y aquellas que son valorizables por falta de un inventario con datos confiables, no obstante que la FO, en su mayoría, y de los RS, son factibles de valorizar.
- ▶ La FO es el residuo que se genera en mayor cantidad y con potencial de valorización a través del compostaje y la DA. Sin embargo al 2010, la valorización principal de la FO corresponde aproximadamente a 65 ton/día a través de compostaje.

- ▶ Los RI factibles de reciclar como: el papel, cartón, periódico, plástico y PET pueden redituar mejores ganancias a partir de la separación en la fuente, y estar en posibilidad de comercializar materiales casi limpios.
- ▶ El manejo adecuado de los RSU en la CEDA puede llevarse a cabo a través de la implementación del PM propuesto y de las seis estrategias que lo componen.
- ▶ El PM de residuos tiene por objetivo sentar las bases para el MIR en la CEDA con base en la separación de los RSU en la fuente, con lo cual se contribuiría a disminuir el flujo de los RSU que llegan al sitio de disposición final al lograr la minimización en la generación y la máxima valorización de éstos.
- ▶ En el contexto internacional, principalmente, la UE ha obtenido logros importantes en materia de gestión integral de RO de alimentos y poda a partir de políticas y programas específicos a largo plazo, su seguimiento y de una constante emisión y revisión de su legislación.
- ▶ A la fecha, en nuestro país, la utilización de las tecnologías de compostaje y DA para la valorización de la FO, parece poco viable toda vez que no se han sentado las bases para que puedan ser implementadas. Se carece de un MIR eficiente y eficaz que considere: (i) la separación de los residuos en dos fracciones, (ii) la infraestructura necesaria para llevar a cabo la separación y (iii) el análisis de los mercados para los productos resultado de los métodos de tratamiento de los residuos. Finalmente, el vacío existente en la legislación para la GIRS que fundamente los aspectos anteriores.
- ▶ Los estudios de factibilidad para implementar las tecnologías de compostaje y DA deben tener un carácter integral, considerar las ventajas y desventajas de los métodos de tratamiento para la valorización de la FO, y las condiciones particulares de la CEDA.

Recomendaciones

- ▶ Que las autoridades ambientales competentes lleven a cabo la vigilancia de la aplicación de la legislación ambiental, que se complete la normatividad que establece la misma y que actúe no sólo como un ente emisor normativo y vigilante, sino también como facilitador: De tal manera que los normados puedan dar cumplimiento a sus obligaciones.
- ▶ Que las autoridades ambientales logren cristalizar un proyecto integral para el manejo de RSU y así contar con la infraestructura de apoyo a los GAV como es el caso de la CEDA.
- ▶ Que el CT de la CEDA implemente el PM de residuos propuesto a fin de dar cumplimiento a la legislación ambiental y fiscal local en materia de RSU para GAV.
- ▶ Dado que la CEDA genera en su mayoría FO y en menor cantidad materiales factibles de reciclar, se propone la separación de sus RSU en: FO, materiales para reciclar, y otros.
- ▶ Llevar a cabo una coordinación entre el GDF y la Confederación Nacional de Agrupaciones de Comerciantes de Centros de Abasto para reproducir el modelo de PM de la CEDA en otros centros de abasto.

Referencias

- AENOR. 2001. *Formación de Auditores de Sistemas de Calidad. A5-Formación de Auditores de Sistemas de la Calidad (Versión 2000)*. (Edición A). España
- Agarwal, A., A. Singhmar, M. Kulsherstha & K. Mittal. 2005. Municipal solid waste recycling and associated markets in Delhi, India. *Resources, Conservation and Recycling* 44, 73-90.
- Arvanitoyannis, I. S. & T. H. Varzakas. 2008. Vegetable Waste Treatment: Comparison and Critical Presentation of Methodologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 205-247.
- Aulinas, M. M. & A. Bonmatí Blasi. 2008. Evaluation of composting as a strategy for managing organic wastes from a municipal market in Nicaragua. *Bioresource Technology* 99, 5120-5124.
- Bakas, I. & M. Herczeg. 2010. Food Waste. *Copenhagen Resource Institute*.
<http://www.scpknowledge.eu/sites/default/files/knowledge/attachments/Knowledge%20Unit%20F1%20Food%20Waste.pdf> (Consultada: 24/04/11)
- Blischke, J. 2004. Sustainability for the 21st century. Combining anaerobic digestion with enclosed tunnel composting. *BioCycle* 45, abril (4), 6 pp.
- Bouallagui, H., Y. Touhami, R. Ben Cheikh & M. Hamdi. 2005. Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. Review. *Process Biochemistry* 40, 989-995.
- Bovea, M.D., V. Ibañez-Forés, A. Gallardo & F. J. Colomer-Mendoza. 2010. Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. *Waste Management* 30, 2383-2395.
- Brändli, R. Ch. 2006. *Organic Pollutants in Swiss Compost and Digestate*. Pour l'obtention du Grade de Docteur es Sciences. École Polytechnique Fédérale de Lausann, Swiss.
- Bringhenti, J. R., E. Zandonade & W. M. R. Günter. 2011. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. *Resources, Conservation and Recycling* 55, 876-884.
- BTA. s f. *Presentation of the BTA Technology*.
http://www.uest.gr/Morocomp/Presentation_BTA.pdf (Consultada 08/04/11)
- Cadena, E., J. Colón, A. Artola, A. Sánchez & X. Font. 2009. Environmental impact of two aerobic composting technologies using life cycle assessment. *Int J Life Cycle Assess* 14, 401-410.
- Castillo, B. H., M. Camarena & A. Ziccardi. 1987. Basura: Proceso de Trabajo e Impactos en el Medio Ambiente Urbano. *Revista Estudios Demográficos y Urbanos, El Colegio de México, Vol.2 Núm.3, sept- dic, 513 a 545*.
- Cayueta, M. L., M.A. Sánchez-Monedero & A. Roig. 2006. Evaluation of two different aeration systems for composting two-phase olive mill wastes. *Process Biochemistry* 41, 616-623.

- Celis, G. A. 2006. *Planta generadora de biogás en la Central de Abasto del Distrito Federal, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Chattopadhyay, S., D. Amit & R. Subhabrata. 2009. Municipal solid waste management in Kolkata, India – A review. *Waste Management* 29, 1449-1458.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2008. Bruselas, 3.12.2008. COM (2008) 811 final. Libro Verde. Sobre la Gestión de los Biorresiduos en la Unión Europea. SEC (2008) 2936} 25 pp. <http://ec.europa.eu/environmental/waste/compost/index.htm>. (Consultada 09/08/10)
- Comunidades Europeas. 1975. Directiva del Consejo 75/442/CEE, de 15 de julio, *relativa a los Residuos*. Con las modificaciones de la Directiva del Consejo 91/156/CEE, de 18 de marzo de 1991) (DOCE núm. L 194, de 27 de julio de 1975, y núm. L 78, de 26 de marzo de 1991) <http://ofiverde.unizar.es/documents/Directiva1975.pdf> (Consultada el 08/07/11)
- Cortinas de Nava, Cristina. s.f. *Manejo de Residuos Sólidos*. www.cristinacortinas.com. (Consultada 08/07/10)
- Dahlén, L. & Lagerkvist, A.. 2010. Evaluation of recycling programmes in household waste collection systems. *Waste Management & Research*, 28, 577–586.
- Davidsson, A., Jansen, J.I.C., B. Appelqvist, C. Gruvberger & M. Hallmer. 2007. Anaerobic digestion potential of urban organic waste: a case study in Malmö. *Waste Management & Research* 25, 162–169.
- Del Cid, A., R. Méndez & F. Sandoval. 2011. Cómo obtener información. pp 109-137. In: *Investigación. Fundamentos y metodología*. (Segunda edición). PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Díaz, F., G. M. Savage, L. L. Eggerth & G. Golueke. 1993. Composting. pp 121-174. Biogasificación. 221-265. In: *Composting and Recycling. Municipal Solid Waste*. Lewis Publishers. USA.
- DOF. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Del 28 de enero. Última reforma publicada DOF 30 de agosto de 2011.
- DOF. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Del 8 de octubre. Última reforma publicada DOF 19 de junio de 2007
- DOF. 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación de noviembre 30
- European Commission. 2010a. Directorate-General for the Environment. Environment – Biodegradable Waste. <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/index.htm> (Consultada 14/01/11)
- European Commission. 2010b. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying the Communication from the Commission On future steps in bio-waste management in the European Union http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/sec_biowaste.pdf. Consultada (24/04/11)

- European Environment Agency. 2007. *The road from landfilling to recycling: common destination, different routes*.
http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-bn/eua/07/Landfill_brochure.pdf
 (Consultada 12/01/11)
- European Union. 1999. Landfill Directive 1999/31/EC, April 26. European Union Publications Office. Official Journal of the European Communities
http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/Document_Centre/OP_Resources/Landfill_Directive_1999_31_EC.pdf. (Consultada 10/01/11)
- FICEDA. 2002. *Central de Abasto. Veinte Años. 1982-2002*. (Edición Única). Offset, S.A. de C.V. México, D.F.
- FICEDA. 2010. Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México. <http://www.ficeda.com.mx> (Consultada 18/03/10)
- Fongsatikul, P., P. Elefsiniotis & D. G. Wareham. 2010. Effect of mixture ratio, solids concentratoion and hydraulic retention time on the anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste. *Waste Management & Research* 28, 811-817.
- Fricke, K., H. Santen, R. Wallmann, A. Hüttner & N. Dichtl. 2007. Operating problems in anaerobic digestion plants resulting from nitrogen in MSW. *Waste Management* 27, 30-43.
- GDF. 2000. Ley Ambiental del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 13 de enero. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 03 de mayo de 2011
- GDF. 2003. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 23 de abril. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, 23 de Diciembre de 2010
- GDF. 2008. Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 7 de octubre. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 23 de diciembre de 2008
- GDF. 2009. *Código Fiscal del Distrito Federal 2010*. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 29 de diciembre de 2009
- GDF. 2010. *Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2009-2014*. Gaceta Oficial del Distrito Federal No. 925 del 13 de septiembre
- GDF. 2011a. Delegación Iztapalapa. <http://www.iztapalapa.gob.mx/index1.html>
 (Consultada 10/02/11)
- GDF. 2011b. Secretaría de Desarrollo Económico. *Organigrama*.
<http://www.sedeco.df.gob.mx/estructura/indexorga.html>. (Consultada el 09/02/11)
- GDF-FICEDA. 2010. *200 años. 1810-2010. El abasto en la ciudad de México*. (Edición Única). Litográfica Delta, S.A. de C.V. México, D.F.
- Giusti, L. 2009. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management* 29, 2227-2239.

- Gómez, X., M. J. Cuetos, B. Tartakovsky, M. F. Martínez-Núñez & A. Morán. 2009. A comparison of analytical techniques for evaluation food waste degradation by anaerobic digestion. *Bioprocess Biosyst Eng.* DOI 10.1007/s00449-009-0343-8.
- González G. E. 1999. Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y el Caribe. *Tópicos en Educación Ambiental.* 1: 9-26
- González, G. E. 2003. Los riesgos ambientales y la comunicación educativa: una alianza necesaria. Ponencia presentada en el Primer Coloquio sobre Percepción y Comunicación de Riesgos Ambientales. Facultad de Psicología 2- 4 septiembre. México, D.F.
- Greben, H. A. & S. H. H. Oelofse. 2009. Unlocking the resource potential of organic waste: a South African perspective. *Waste Management & Research* 27, 676-684.
- Guilford, N. G. H. 2009. *A New Tecnology for the Anaerobic Digestion of Organic Waste.* Master of Engineering. Graduate Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry University of Toronto, Canada.
- Haines, R. 2008. The BTA Process®. Implementing Anaerobic Digestion in Wales Workshop .11th November
http://www.swea.co.uk/downloads/Biogas_ROBYN.pdf (Consultada 08/04/11)
- Heink, U. & I. Kowarik. 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning?. *Ecological Indicators* 10, 584-593.
- Iakovou E, A. Karagiannidis, D. Vlachos, A. Toka, & A. Malamakis. 2010. Waste biomass-to-energy supply chain management: A critical synthesis. *Waste Management* 30, 1860-1870.
- INEGI. 2008. *Sistema para la consulta del cuaderno Estadístico Delegacional de Iztapala, Distrito Federal, México.*
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/sisnav/default.aspx?proy=cem&edi=2008&ent=09007>. (Consultada el 11/02/11)
- INEGI. 2009. *Prontuario de Información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Iztapalapa, Distrito Federal*
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/09/09007.pdf>.
(Consultada 11/02/11)
- INEGI. 2011. *México en cifras.*
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=09>.
(Consultada 29/06/11)
- Karagiannidis, A. & G. Perkoulidis. 2009. A multi-criteria ranking of different technologies for the anaerobic digestion for energy recovery of the organic fraction of municipal solid wastes. *Bioresource Technology* 100, 2355-2360.
- Kim, J., Ch. Park, T.-H. Kim, M. Lee, S. Kim, Kim, S.-W. Kim & J. Lee. 2003. Effects of Various Pretreatments for Enhanced Anaerobic Digestion with Waste Activated Sludge. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 95 (3), 271-275
- Komilis, D. P., R. K. Ham & J. K. Park. 2004. Emission of volatile organic compounds during composting of municipal solid wastes. *Water Research* 38, 1707–1714.

- Levis, J.W., M. A. Barlaz, N.J. Themelis & P. Ulloa. 2010. Assessment of the state of food waste treatment in the United States and Canada. *Waste Management*. doi:10.1016/j.wasman.2010.01.031
- López, V. & C. Humarán. 2001. *Proyecto para la construcción de una planta generadora de biogás a partir de desechos orgánicos generados en la Central de Abasto del DF, México*. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Makni, H., L. Ayed, M. B. Khedher & A. Bakhrouf. 2010. Evaluation of the maturity of organic waste composts. *Waste Management & Research* 28, 489-495.
- Mata-Alvarez, J., P. Llabrés, F. Cecci & P. Pavan. 1992. Anaerobic Digestion of the Barcelona Central Food Market Organic Wastes: Experimental Study. *Bioresource Technology* 39, 39-48.
- Méndez, N. R. I., E. R. Castillo Borges, M. R. Sauri Riancho, C. A. Quintal Franco, G. Giacomán Vallejos & B. Jiménez Cisneros. 2009. Comparación de Cuatro Tratamientos Físicoquímicos de Lixiviados. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25 (3), 133-145. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2005. *Gestión de Residuos Urbanos Biodegradables en Europa: Informe Temático*. (Editorial Europa). Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan. 2003. <http://www.meti.go.jp/english> (Consultada 15/08/10)
- Municio, P. 2007. Herramientas para la solución de problemas. pp 11-144. Herramientas para la mejora de los procesos. Pp. 170 – 173. In: *Herramientas para la evaluación de la calidad*. (Tercera reimpresión). Wolters Kluwer España, S.A. Madrid, España
- Naciones Unidas. 2002. *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica)*. 26 de agosto a 4 de septiembre. Nueva York. <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/636/96/PDF/N0263696.pdf?OpenElement> (Consultada 07/07/11)
- Nadal, M., I. Inza, M. Schuhmacher, M. J. Figueras & J. L. Domingo. 2009. Health risks of the occupational exposure to microbiological and chemical pollutants in a municipal waste organic fraction treatment plant. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212, 661–669.
- Newenhouse, C.S. & T.J. Schmit. 2000. Qualitative Methods Add Value to Waste Characterization Studies. *Waste Management & Research* 18, 105-114.
- OPS. 2002. Guía Metodológica para la Preparación de Planes Directores de Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Ambiente (HEP). Washington, D.C. <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/Archivos/SW/GuiaPlanesRSU.pdf> (Consultada 06/02/11)
- OPS/OMS. 1998. *Diagnóstico de la Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*. Serie Ambiental No. 18. (Segunda Edición). <http://www.bvsde.ops-oms.org/acrobat/diagnost.pdf>. (Consultada 06/02/11)

- Petrosillo, I., A. De Marco, S. Botta & C. Comoglio. 2011. EMAS in local authorities: Suitable indicators in adopting environmental management systems. *Ecological Indicators*. Doi:10.1016/i.ecolind.2011.06.011
- PNUMA. 1972. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. 21ª Sesión Plenaria. Estocolmo, Suecia - 16 de junio. Capítulo I, Primera Parte del Informe de la Conferencia
<http://www.un.org/depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm#programme>
(Consultada 16/10/11)
- Polprasert, Ch. 1996. Biogas Production. pp 115-165. In: *Organic Waste Recycling. Technology and Management*. (Second Edition). John Wiley & Sons. England.
- Ponsá, S., T. Gea & A. Sánchez. 2010. Different Indices to Express Biodegradability in Organic Solid Wastes. *J. Environ. Qual.* 39, 706-712.
- RIS International Ltd. y MacViro Consultants Inc. (2005). *Feasibility of Generating Green Power through Anaerobic Digestion of Garden Refuse from the Sacramento Area*. Final Report. April. http://www.nerc.org/documents/sacramento_feasibility_study.pdf
(Consultada 08/04/11)
- Rives, J., J. Rieradevall & X. Gabarrell. 2010. LCA comparison of container systems in municipal solid waste management. *Waste Management* 30, 949-957.
- Rodríguez, S. & V. Córdova. 2006. *Manual de Compostaje Municipal. Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*. (Primera Edición). SEMARNAT, INE y GTZ. México.
- Rogger, C., F. Beaurain & Schmidt, T. S. Schmidt. 2011. Composting projects under the Clean Development Mechanism: Sustainable contribution to mitigate climate change. *Waste Management* 31, 138-146.
- Sampieri, H. R., C. Fernández Collado & P. Baptista Lucio. 2003. *Metodología de la Investigación*. (Tercera Edición). McGraw Hill. México.
- Sato, M. & J. Dos Santos. 1997. *Sinopsis de Agenda 21*. (Primera Edición). CECADESU. SEMARNAP.
- Sauvé, L. & H. Godmaire. 2004. Environmental Health Education: A Participatory Holistic Approach. *Eco-Health (Suppl. 2)*, 35-46. DOI: 10.1007/s10393-004-0080-z
- SEDESOL. 2009. *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*.
<http://www.sedesol2009.sedesol.gob.mx/archivos/802402/file/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf> (Consultada 26/01/10)
- SEGOB. 2010. Sala de Prensa. Comunicado del 20 de agosto.
http://www.gobernacion.gob./es/SEGOB/Sintesis_Informativa
(Consultada 16/10/10).
- SMADF. 2007. Agenda Ambiental de la Ciudad de México. Programa de Medio Ambiente 2007-2012.

- SMADF. 2009. Inventario de Residuos Sólidos del DF 2009. Preliminar. Plantas de composta en el Distrito Federal.
http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/inventario_residuos_solidos_2009.pdf
(Consultada el 09/09/11)
- SMA-EDOMEX. 2007. Norma Técnica Estatal NTEA-006-SMA-RS-2006
<http://www.edomex.gob.mx/medioambiente/quienes-somos/marco-juridico/normas-ambientales> (Consultada el 29/04/11)
- SMA-EDOMEX. 2009. Norma Técnica Estatal NTEA-010-SMA-RS-2008
<http://www.edomex.gob.mx/medioambiente/quienes-somos/marco-juridico/normas-ambientales>
(Consultada el 29/04/11)
- SEMARNAP. 1996. *Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos en Áreas Urbanas*. Serie: Cuadernos de Trabajo No. 5.
- SEMARNAT. 2001. *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales*. (Primera Edición). México
- SEMARNAT-GTZ. 2006. *Guía para la Elaboración de los Programas Municipales para la Prevención y gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. (Primera Edición). México
- Sharma, V. K., C. Testa & G. Casteluccio. 1999. Anaerobic Treatment of semi-solid organic waste. *Energy Conversion & Management* 40, 369-384.
- SIEA. 1975. *Carta de Belgrado*. Belgrado, 13 - 22 de octubre.
<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/belgrado01.pdf>
Consultada (22 de mayo de 2011)
- Solano, D. 2001. Comunicación y Generación de Conciencia Ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental* 3 (7), 52-57.
<http://anea.org.mx/Topicos/T%207/Paginas%2052%20-%2057.PDF>
Consultada el 22 de mayo de 2011
- Tankasen, J-H & M. Melanen. 1999. Modelling separation strategies of municipal solid waste in Finland. *Waste Management Resources* 17, 80-92.
- Torres, S. 2010. *Distribución de alimentos. Mercados y Políticas Sociales*. (Primera Edición). Colección Alternativas. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Tsilemou, K. & D. Panagiotakopoulos. 2006. Approximate cost functions for solid waste treatment facilities. *Waste Management Resources* 24, 310–322.
- Unión Europea. 2006. *Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Relativa a los Residuos*. Mayo 21. Diario Oficial de las Comunidades Europeas
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0009:0021:es:PDF>
(Consultada: 08/07/11)
- Unión Europea. 2008. *Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Sobre los Residuos*. Noviembre 19. Diario Oficial de la Unión Europea.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:ES:PDF>

(Consultada 08/07/11)

United Nations. 2009. *Agenda 21*. Department of Economic and Social Affairs

<http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/index.shtml>

(Consultada 23/03/11)

US EPA. 2009. *Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2008*.

<http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2008rpt.pdf>. (Consultada 14/01/11)

Valorga 2007. <http://www.valorgainternational.fr/en/index.xml> (Consultada 15/04/11)

Veeken, A., S. Kalyuzhnyi, H. Scharff & B. Hamelers. 2000. Effect of pH and VFA on Hydrolysis of Organic Solid Waste. *Journal Environmental Engineering* 126(12) 1076-1081.

Wamsler, Ch. 2000. *El Sector Informal en la separación del material reciclable de los residuos sólidos municipales en el Estado de México*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Gobierno del Estado de México. México

Wilson, D., C., C. Velis & C. Cheeseman. 2006. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International* 30, 797–808.

Yuni, J. & C. Urbano. 2006. *Técnicas para Investigar 2. Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación*. (2ª. Edición). Editorial Brujas. Córdoba, República Argentina.

Anexos

Anexo 1
Guía de observación

Institución:	Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. IPN
Tema de investigación:	Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México
Observador:	Rosalba Esther Morales Pérez
Objetivo:	Conocer las prácticas relacionadas con el manejo de RSU en las áreas que integran la CEDA: mercados, administrativas, vialidades y áreas comunes.
Área a observar:	_____
Aspectos a observar:	(Mercado, área administrativa)
Registro de información:	Etapas del flujo de los RSU
Fecha de observación:	Notas en libreta, croquis y fotografías. Posterior vaciado a archivo electrónico
Observaciones/dudas:	_____

Generación: cantidad y composición

- Áreas de generación de los RSU
- Tipo de RSU generados
- Separación en fuente
- Proceso(s) a que se someten los productos antes de su comercialización
- Horario de actividad comercial

Almacenamiento

- Áreas de almacenamiento
- Forma de almacenamiento
- Ubicación, tipo, capacidad, condiciones, y funcionalidad de los contenedores y áreas de depósito. (Croquis)
- Revisión de los contenedores in situ y de su contenido
- Condiciones de las áreas en donde se encuentran los contenedores
- Condiciones de higiene en que se encuentran las áreas donde se ubican los contenedores, patios de maniobras, accesos, andenes, pasillos y vialidades interiores
- Ubicación, en su caso, de sitios de almacenamiento temporal de RSU
- Restricciones en áreas de almacenamiento

- Impacto(s) a la salud
- Impactos (s) al ambiente

Segregación o pepena

- Actores involucrados
- Tipo de pepenadores
- Estimación del número de pepenadores
- Tipo de residuos que se segregan
- Lugar en donde se realiza la pepena
- Área de separación temporal de materiales
- Área de concentración de materiales
- Horario

Barrido

- Tipo de barrido que se realiza y equipo
- Cobertura del barrido
- Rendimiento por trabajador (Kilómetros por persona y por día u hora)
- Equipos de seguridad e higiene por parte de los operarios
- Impacto (s) a la salud
- Impacto(s) al ambiente

Recolección y transporte primario

- Recolección selectiva o mezclada
- Rutas, horario, frecuencias de recolección
- Personal requerido (cuadrillas)
- Método para la recolección de residuos
- Cobertura de la recolección
- Tipo y estado del equipo vehicular (activo, inactivo)
- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de recolección
- Cobertura de la recolección

Estación de transferencia Iztapalapa

- Diseño de la ET y condiciones de operación (higiene, equipo)
- Condiciones del equipo con que cuenta: básculas, tolvas, filtros

- Tipo y capacidad de los vehículos que trasladan RSU a disposición final
- Horario de servicio
- Personal con que cuenta
- Controles administrativos y registros
- Impacto (s) a la salud
- Impacto(s) al ambiente

Aprovechamiento y valorización

- Mercados o sectores que segregan RSU para su aprovechamiento o comercialización
- Tipo y volumen de RSU que se segregan para comercialización
- Función de los BA

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Guía de entrevista semiestructurada

Institución:	Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. IPN
Tema de investigación:	Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México
Entrevistador:	Rosalba Esther Morales Pérez
Objetivo:	Obtener información sobre las prácticas relacionadas con el manejo de los RSU en las áreas que integran la CEDA: mercados, administrativas, de servicios, vialidades y áreas comunes.
Datos del entrevistado:	_____
Aspectos para obtener información:	Etapas de flujo de RSU
Registro de información:	Notas en libreta y posterior vaciado a archivo electrónico
Fecha de entrevista:	_____
Observaciones:	_____

1. ¿Cómo considera las condiciones en que se encuentra la CEDA en materia de residuos?
2. ¿Quién es el responsable del manejo de los residuos en la CEDA?
3. ¿Separa los residuos que genera en su asociación/local/bodega antes de su depósito en el contenedor general?
4. ¿Qué problemas genera la falta de separación de los residuos en la CEDA?
4. ¿La pepena de residuos propicia algún problema?
5. ¿Con qué frecuencia se recogen/ vacían los contenedores?
6. ¿Existe un límite para depósito de residuos en los contenedores?
7. ¿Considera que es posible obtener algún beneficio los residuos del mercado?
8. ¿Qué propone para mejorar las condiciones en que se encuentra la CEDA?

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Generación de RSU promedio mensual para 2009

Mes	Camiones						Camionetas grúas de 5 m ³		Total		Días del mes	Generación promedio por día
	Grúas de 17 m ³		Volteos de 14 m ³		Volteos de 7 m ³		Viaje	Ton	Viaje	Ton		
	Viaje	Ton	Viaje	Ton	Viaje	Ton						
Enero	1,615	8,182	1,565	6,354	722	1,162	833	958	4,735	16,656	31	537.29
Febrero	1,450	7,346	1,269	5,152	601	968	680	782	4,000	14,247	28	508.84
Marzo	1,877	9,509	1,371	5,566	589	948	915	1,052	4,752	17,076	31	550.83
Abril	1,574	7,974	1,414	5,741	323	520	839	965	4,150	15,200	30	506.65
Mayo	1,510	7,650	1,470	5,968	576	927	745	857	4,301	15,402	31	496.84
Junio	1,318	6,677	1,650	6,699	681	1,096	854	982	4,503	15,454	30	515.15
Julio	1,685	8,536	1,353	5,493	608	979	812	934	4,458	15,942	31	514.26
Agosto	1,787	9,053	1,351	5,485	208	335	834	959	4,180	15,832	31	510.71
Septiembre	1,549	7,847	1,279	5,193	312	502	585	673	3,725	14,215	30	473.83
Octubre	1,871	9,478	1,220	4,953	324	522	642	738	4,057	15,692	31	506.18
Noviembre	1,516	7,680	1,086	4,409	686	1,104	599	689	3,887	13,883	30	462.75
Diciembre	1,236	6,262	1,547	6,281	633	1,019	566	651	3,982	14,212	31	458.47
TOTALES	18,988	96,193	16,575	67,295	6,263	10,083	8,904	10,240	50,730	183,811		503.59

Fuente: Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México, Gerencia de limpia, transporte y equipo.

Anexo 4

Parque vehicular asignado a la gerencia de limpia, transporte y equipo de la CEDA

CAMIONES GRÚA DE 17 M3					5
Núm. ECO	PLACAS	Núm. de INV.	MODELO	MARCA	
CK-174	9999 BU	98078	1999	FORD 800	
CK-201	4764 CA	4103	2004	FREIGHTLINERS	
CK-202	4760 CA	4104	2004	FREIGHTLINERS	
CK-203	4761 CA	4105	2004	FREIGHTLINERS	
CK-220	2511 CC	5120	2005	INTERNATIONAL	
CAMIONES GRÚA DE 14 M3					7
CK-178	6875 BV	99082	1999	INTERNATIONAL	
CK-179	6868 BV	99083	1999	INTERNATIONAL	
CK-180	6879 BV	99084	1999	INTERNATIONAL	
CK-215	2521 CC	5115	2005	INTERNATIONAL	
CK-216	2519 CC	5116	2005	INTERNATIONAL	
CK-217	2518 CC	5117	2005	INTERNATIONAL	
CK-218	2515 CC	5118	2005	INTERNATIONAL	
CAMIONES GRÚA DE 7 M3					5
CK-52	3686 AZ	90004	1990	DINA	
CK-59	6082 BA	90010	1990	DINA	
CK-181	6956 BV	99085	1999	KODIAK	
CK-182	6858 BV	99086	1999	KODIAK	
CK-183	6849 BV	99087	1999	KODIAK	
CAMIONETAS GRÚA DE 5 M3 (GASOLINA)					4
CK-164	4535 BV	99068	1999	DODGE RAM	
CK-166	4511 BV	99070	1999	DODGE RAM	
CK-213	2137 CC	5113	2005	DODGE RAM	
CK-214	2139 CC	5114	2005	DODGE RAM	
RETROEXCAVADORAS					4
EK-89		99002	1999	CASE 580 L	
EK-095		7	1999	CATERPILLAR	
EK-207		4009	2004	CATERPILLAR	
EK-258			2007	JOHN DEERE	
MINICARGADOR FRONTAL BOBCAT S 300					8
EK-221	MINICARGADOR F		2005	BOBCAT S 300	
EK-222	MINICARGADOR F		2005	BOBCAT S 300	
EK-223	MINICARGADOR F		2005	BOBCAT S 300	
EK-226	MINICARGADOR F		2006	BOBCAT S 300	
EK-227	MINICARGADOR F		2006	BOBCAT S 300	
EK-228	MINICARGADOR F		2006	BOBCAT S 300	
EK-229	MINICARGADOR F		2006	BOBCAT S 300	
EK-231	MINICARGADOR F		2006	BOBCAT S 300	
BARREDORAS					4
EK-94		99008	1999	ELGUIN	
EK-256			2007	ELGUIN	
EK-297	B. DIESEL ELEC	9087	2010	MILE RCM	
EK-298	FREGADORA ELEC	9088	2010	METRO 1102N	
CAMIONETAS DE SUPERVISIÓN					3
CK-160	494 RUV		1998	FORD	
CK-162	9948 BU	98066	1999	NISSAN	
CK-237	716 UYU		2007	VOLKSWAGEN POINTER	
TOTAL					40

Fuente: Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México. Gerencia de limpia, transporte y equipo.

Anexo 5

Valorización de la fracción orgánica: tecnologías alternativas. Aspectos técnicos y económicos de las tecnologías de compostaje y digestión anaerobia

Las tecnologías más utilizadas para la valorización de los residuos de alimentos y FO de mercado como es el caso de la CEDA, a través del reciclaje son el compostaje y la DA. En el marco del MIR, estas tecnologías deberán ser socialmente aceptables, ambientalmente efectivas y económicamente viables.

Compostaje

Es la tecnología más usada para la estabilización y minimización de RO en relación a la DA, consiste de un proceso biológico controlado por la descomposición de MO, ofrece buenos resultados para producir fertilizante orgánico a partir de la mezcla de residuos del mercado y poda (Aulinas & Bombatí, 2008). Aplica tanto a la fracción orgánica de RSU como de actividades industriales y los residuos tratados reducen su volumen aproximadamente en un 50% del total tratado.

Proceso.- Es biológico por la descomposición de sustancias orgánicas de plantas o animales bajo condiciones controladas hasta alcanzar un estado de estabilidad. La proliferación y actividad microbiana determinan la velocidad y tiempo de compostaje que actúan sobre el sustrato. Las características más importantes de éste relacionadas son la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), tamaño de partícula, disponibilidad de oxígeno, aereación, contenido de humedad, temperatura, pH. Las características químicas y físicas del sustrato y la aereación son importantes en el diseño del proceso. Gran cantidad de C se oxida para producir CO₂ en su actividad metabólica y el resto se convierte en pared o membrana celular, protoplasma y productos almacenados. El mayor consumo de N es en la síntesis de protoplasma por lo que la proporción es de 20-25 partes de carbono por 1 de N.

El tamaño de partícula está en relación al área de contacto expuesta al ataque de los microbios, a mayor superficie de contacto mayor velocidad de ataque de microbios. El mínimo tamaño de partícula es aquel en donde pueda mantenerse la porosidad requerida para la aereación del material dependiendo de éste (0.5-3 pulgadas) (Díaz, *et. al.*, 1993).

Las etapas del compostaje son: (i) preparación o pre-tratamiento, (ii) descomposición en sistemas abiertos o aeróbicos (pilas estáticas y de volteo) y cerrados o anaeróbicos: túneles y pilas confinadas (Levis, *et. al.*, 2010) y (iii) post-procesamiento y comercialización (Díaz, *et. al.*,

1993). El compostaje aeróbico es más rápido y los olores desagradables son menores aunque hay mayor pérdida de N. La mayoría de los procesos en la actualidad son de este tipo pero la elección del sistema depende del tipo de sustrato a tratar (Cayuela, *et. al.*, 2006).

Producto. El proceso requiere de eliminar o reducir su fito-toxicidad y de optimizar la eficiencia y la fertilidad del producto final que es la composta. Con este fin, se aplica más de un indicador, como: (i) contenido húmico, (ii) índices de germinación, (iii) relación C/N, y (iv) espectrometría en infrarrojos (Makni, *et. al.*, 2010). La composta se utiliza en los suelos para evitar su erosión y mejorar la calidad y la capacidad de retención del agua. La composición química de la composta depende del sustrato y de los métodos empleados aún cuando pueda cumplir con las normas de contenido de nutrientes y composición física (Arvanitoyannis & Varzakas, 2008).

Mercado de composta. La composta puede actuar como capa superficial protectora de la erosión del suelo, disminuir la acidez del suelo, mejorar la actividad biológica, establecer un equilibrio ecológico del suelo, aumentar la concentración de la MO, mejorar la capacidad de retención del agua y proveer a largo plazo de nutrientes ya que el material orgánico se descompone. El riesgo de una excesiva cantidad de nitratos podría existir si se realizan aplicaciones excesivas de composta igual o superiores a 100 ton/ha (Díaz, *et. al.*, 1993). Asimismo, se debe promover el uso de la composta en invernaderos, césped deportivo, viveros, uso urbano, mezcla de tierra vegetal, jardines particulares, agricultura biológica, y agricultura en viñedos y frutales (Ministerio de Medio Ambiente, 2005). Por lo anterior, se deben de buscarse incentivos y valor agregado para las partes interesadas en el mercado de productos y lograr incentivar la inversión en esta tecnología.

Efectos a la salud y al ambiente. Una de las principales preocupaciones en relación a las plantas de compostaje es la posibilidad de ser fuente de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's) peligrosos y que los residuos industriales mezclados en los RSU no sean los únicos responsables de la emisión de xenobióticos pues los residuos de alimento, jardín y de papel también pueden emitir ese tipo de contaminantes. Asimismo, su contribución a la oxidación fotoquímica por el uso de combustible y electricidad (Cadena, *et al.*, 2009). Las emisiones de GEI que se atribuyen a las plantas de compostaje son de CO₂ y CH₄ (Giusti, 2009). En los trabajadores quienes laboran en las cabinas de separación de residuos confinados se han detectado afectaciones al tracto respiratorio (Nadal, *et. al.*, 2009).

Normatividad. Algunos países como Bélgica ya cuentan con normativa para composta (Blischke, 2004). En Alemania, se ha establecido el total encapsulamiento de las plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos incluyendo las emisiones de aire y se han fijado parámetros para COV's, entre otros contaminantes. Se recomienda aumentar la aereación, utilizar lavadores ácidos y biofiltros (Fricke, 2007). Cabe señalar, que se han encontrado tanto en la composta como en el digestato bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, fungicidas, pesticidas e insecticidas (Brändli, 2006).

Por lo anterior, la optimización del proceso, el control de emisiones y de olores en esas instalaciones es muy importante (Komilis, *et. al.*, 2004). Además de la normatividad que se desarrolle, la vigilancia de su aplicación y un estricto control de calidad, para evitar que contaminantes en esos productos puedan llegar al suelo y los cultivos.

Costos. Los costos más importantes recaen en la recolección separada. En Europa el costo de compostaje se estima entre 35-75 €/ton (Bakas & Herczeg, 2010). En USA el costo por tonelada de residuos varía entre 20 y 50 DOL USA y en Canadá entre 60 y 68 DOL USA. (Levis, *et. al.*, 2010). El compostaje es una tecnología que requiere de equipo de operación de bajo costo y tiene menos efectos negativos al ambiente que otras tecnologías.

Ventajas y desventajas. El compostaje es una tecnología que comparada con sistemas no biológicos, requiere de equipo de operación de bajo costo. Entre las desventajas se cuentan: (i) las emisiones de GEI, (ii) la pérdida de energía contenida en los residuos, y (iii) la energía que se requiere para el mezclado y aereación. Otra desventaja es la baja velocidad de proceso, sin embargo, si las condiciones de operación se establecen adecuadamente y la capacidad del sistema no se excede, el proceso no presenta mayores problemas (Díaz, *et. al.*, 1993). La pureza del insumo es muy importante para obtener composta de alta calidad y asegurar la confianza de los usuarios, aunque es difícil asegurar la calidad del sustrato por la composición propia de los RSU. La composición química de la composta depende del sustrato y de los métodos empleados aun cuando pueda cumplir con las normas de contenido de nutrientes y composición física (Arvanitoyannis & Varzakas, 2008). La composta que resulta de un sustrato mezclado es de baja calidad debido al alto contenido de material inerte (Chattopadhyay, *et. al.*, 2009) por lo que la pureza del insumo se cuenta entre sus desventajas si se quiere obtener composta de alta calidad y asegurar la confianza de los usuarios. Más aún, es difícil asegurar la calidad del sustrato por la composición propia de los RSU.

Digestión Anaerobia

La tecnología de DA tiene como finalidad estabilizar los RO, esto es, cuando se alcanza la descomposición de la MO biodegradable. Aunque la velocidad de biodegradación es un aspecto todavía en estudio, ésta se conoce a través de la aplicación de índices de medida de biodegradabilidad y contenido de MO en los RO. De lo anterior se deriva que la FOFV esté clasificada como residuo altamente biodegradable (Ponsá, *et. al.*, 2010).

Dadas las características de la FOFV que se generan en grandes cantidades en mercados y centros de distribución de alimentos de todo el mundo, muchos de los cuales se disponen de manera inadecuada, se propone que la mejor manera de disponer de ellos por su alto contenido de MO y humedad es la DA por ser una fuente de energía renovable.

Proceso. La DA es la fermentación en ausencia de oxígeno, por la acción de bacterias para descomponer la MO y aprovechar el Carbono contenido en cualquier material y reducir sus componentes básicos en CH₄ y CO₂ (*European Commission, 2010b*). En general, en el proceso de DA de biomasa se identifican cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Polprasert, 1996). En un sistema equilibrado cada grupo de bacterias desarrolla su propio ambiente en función de la fuente de alimentación y las condiciones de operación como: el pH, temperatura y tiempo de TR. En donde el pH es la variable primaria para controlar la velocidad de hidrólisis (Veeken, 2000). Los residuos de frutas y vegetales tienen gran potencial para generar energía por su contenido entre 8% y 18% de ST (Bouallagui, *et. al.*, 2005). En la FOFV el contenido de SV puede llegar al 91% de los ST y un rendimiento en la producción de biogás de 0.489 m³ de CH₄ /kg de SV (Mata-Alvarez, *et. al.*, 1992).

Las características en que se basa el diseño de reactores para la DA tiene por objetivo acelerar la fase de hidrólisis, separar el flujo de residuos, reducir el tamaño de partícula y aumentar la producción de CH₄ (Kim, *et. al.*, 2003). La alimentación al reactor puede ser en batch o continua; el número de fases en que se lleva a cabo el proceso puede ser de una, dos etapas o multi-etapa (Sharma, *et. al.*, 1999). A nivel experimental se ha encontrado una mayor producción CH₄ en reactores de dos fases ya que se puede tener un mejor control del proceso (Bouallagui, *et. al.*, 2005) y de biogás. Las condiciones de temperatura en las que trabaja el digestor pueden ser: (i) mesofílica alrededor de los 35° C o (ii) termofílica alrededor de 55° C. El porcentaje de materia seca en el alimentador (ST) clasifica a los sistemas como: (i) secos entre 30% y 40%, y (ii) húmedos entre 10% y 25% (Karagiannidis & G. Perkoulidis, 2009).

El proceso de DA es muy sensible a las condiciones en que se realiza, por lo cual es importante el monitoreo de parámetros como la reducción de SV, producción de ácidos grasos volátiles (AGV) en la fase de acidificación; generación de CH₄, TR, compuestos que pueden inhibir el proceso, pH, temperatura, relación C/N, velocidad de carga orgánica, colonias de bacterias, contenido de nutrientes y de sólidos (Fongsatikul, *et. al.*, 2010). Además del análisis de muestras de digestato que incluyen análisis térmico, fluorometría y espectrometría (Gómez, *et. al.* 2009). De lo anterior se concluye, que los parámetros más importantes a considerar para el tratamiento de la FOFV son: velocidad de carga orgánica, velocidad de formación de CH₄ y el TR.

Componentes. Los principales componentes de una instalación de DA son: (i) unidad de recepción de residuos, (ii) unidad de pre-tratamiento y acondicionamiento, (iii) unidad de gasificación, (iv) unidad de compostaje, cura y almacenamiento, (v) unidad de limpieza del biogás para su comercialización, (vi) unidad de generación de energía eléctrica y calor, y (vii) biofiltro. (Blischke, 2004). Por lo que deben de considerarse en la ubicación de la planta las instalaciones adicionales.

Reactores a nivel comercial. Los reactores que se han utilizado para un sustrato de residuos de alimentos, que emplean un sistema húmedo son:

- a) Valorga, de la empresa Valorga International SAS., con más de 20 años de experiencia. Al 2007, tenía en operación en el mundo 19 plantas con una capacidad de tratamiento entre 10,000 y 300,000 ton/año. El sistema es de tipo húmedo, permite la co-digestión e incluye el pre-tratamiento para separar la FO de residuos mezclados. La separación en fuente de RO asegura una composta de alta calidad. El reactor es de tipo vertical, de sistema continuo y opera a temperaturas mesofílicas o termofílicas y requiere de un mínimo de agua, con recirculación de biogás. La etapa de fermentación dura tres semanas. El tiempo total para obtener la composta es de cinco semanas. Se obtiene biogás con un contenido de CH₄ del 55% (Valorga, 2007).
- b) BTA, es una tecnología danesa fundada en 1984, con filiales en Italia, Canadá, USA, Japón e Irlanda. La primera planta inició operaciones en 1991 y al 2008, contaba con 19 plantas en el mundo y siete en construcción (Haines, 2008). Emplea un proceso húmedo para residuos separados o mezclados. En el caso de residuos mezclados, son separados por un proceso mecánico en donde una suspensión retiene la porción

orgánica. La pulpa obtenida contiene ST entre 9% y 12% pasa a remoción de partículas finas (arena, pedazos de vidrio) y posteriormente es bombeada al digestor. Los reactores se diseñan para una etapa o varias etapas. La capacidad de sus plantas en operación varía entre 5,500 y 275,000 ton/año de residuos (BTA, s.f.).

Un ejemplo de esta tecnología es la planta en Flandes, Bélgica que inició su construcción en 2001, con una inversión de 20 millones de euros en una superficie de 10 acres (5 para accesos y oficinas) inició operaciones en julio de 2003. Con una capacidad de operación de 55,116 ton/año procesa residuos separados en fuente de casas habitación y comercios además de residuos verdes. El costo de tratamiento es de 73 euros/ton de residuos. Produce energía eléctrica para consumo de la planta y más del 50% se envía a la red. Se producen 18,740 ton/año de composta de alta calidad para su venta a 14 €/ton. La producción de biogás varía entre 2,564 y 3,847 ft³/ton de residuos con un contenido promedio de CH₄ de 65% (140 millones ft³/año). Opera con dos digestores de 49 ft de altura (15 m) con volumen cada uno de 660,500 galones. Pueden operar en serie (2 etapas) o en paralelo (1 etapa); el TR varía entre 12 y 15 días. Una vez retirada el agua al digestato y los metales ferrosos, queda con un contenido de materia seca promedio de 25%, se envía a compostaje en túneles por seis semanas para su "cura". Con el biogás se produce electricidad para el consumo de la planta y para integrar a la red general a un costo de 32.2 euros KWh. El agua residual se almacena y se reusa en el proceso y el resto pasa por tratamientos mecánico-biológico y evaporación-condensación para asegurar los límites de descarga. Las sales resultantes de ese proceso tiene un contenido de materia seca de 30% que deben enviarse a disposición final (Blischke, 2004).

Productos. Son principalmente el biogás y el digestato, éste último es un material orgánico estable, sólido y húmedo el cual requiere ser secado. El valor calorífico del biogás varía entre 4,500 y 6,300 Kcal/m³, dependiendo del contenido de otros gases además del CH₄ (Polprasert, 1996).

En promedio, el biogás resultado de la separación de residuos de alimentos en reactores BTA, está compuesto de CH₄ (65%), CO₂ (35%), ácido sulfhídrico, cloruro y fluoruro total. La producción de biogás varía de acuerdo al diseño del reactor ya que los SV se convierten en biogás dependiendo del TR, esto es, el tiempo que dura la digestión de la MO en el reactor, y de la temperatura. A su vez, el contenido de SV depende del sustrato con que se alimenta el reactor. Los reactores de flujo continuo de dos etapas registran mayor producción de biogás (95 m³/ton de residuos) que los de una etapa (85 m³/ton residuos) (RIS, 2005).

Mercado. Los usos del biogás dependen de factores como costo, condiciones económicas, seguridad, ubicación geográfica y viabilidad dependiendo de la región. El digestato es rico en nutrientes y puede usarse como fertilizante en función de su calidad (Greben & Oelofse, 2009). El digestato se utiliza en la agricultura y debe ser evaluado de acuerdo a sus constituyentes: contenido de MO, carbón orgánico, relación C/N y cantidad de patógenos presentes. Aproximadamente la generación de biosólidos que produce una planta se calcula en 0.33 ton/ton de residuos sólidos que alimentan al reactor (Levis, *et. al.*, 2010).

Efectos a la salud y al ambiente. En general, la DA es una tecnología que reduce contaminación tanto en la industria como en la agricultura ya que los subproductos que se obtienen como el biogás puede utilizarse en cualquier sector.

En una evaluación utilizando el método Elektra III para rectores comerciales para instalaciones con capacidad promedio de 20,000 ton/año y sin incluir costos de recolección de residuos, el reactor BTA, ocupó una de las mejores posiciones por menores emisiones y mayor recuperación de energía (Karagiannidis & Perkoulidis, 2009).

Costos. En Europa el costo de la DA varía entre 80-125 €/ton (Bakas & Herczeg, 2010). El de instalaciones de DA con sistema seco, temperatura termofílica, en una etapa para residuos separados sin incluir costos de recuperación de materiales está en el rango de 77 DOL USA y 140 DOL USA por tonelada de capacidad. El costo en plantas de DA varía entre 77 y 140 DOL USA por tonelada de capacidad (Tsilemou & Panagiotakopoulos, 2006). Existe la posibilidad de minimizar costos utilizando las plantas de tratamiento de aguas residuales adaptándolas a operar con la tecnología de DA ya que la co-digestión de la FO de RSU como lodos de plantas de tratamiento y mejora la producción de biogás (Greben, & Oelofse, 2009). La co-digestión a temperaturas mesofílicas mezclando residuos de trampas de grasas y de frutas y verduras con lodos de las plantas de aguas residuales mejoran el rendimiento anual de CH₄, el cual puede esperarse que se incremente de 24 a 43 GWh (Davidsson, *et. al.*, 2007).

Ventajas. Entre las principales, destacan: (i) reducir los efectos de la emisión de GEI como CO₂ y CO_{2eq} entre 28 y 228 kg/ton de residuos (Karagiannidis & Perkoulidis, 2009), (ii) viable para procesar la FOFV, (iii) posibilidad de aceptar la co-digestión, (iv) los subproductos pueden comercializarse en la generación de energía eléctrica y calor en tanto que el digestato se utiliza como mejorador de suelo (Guilford, 2009), y (v) proyectos que pueden ingresar al Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto (Levis, *et. al.*, 2010) pero cuidando la calidad del sustrato y del producto final (Rogger *et. al.*, 2011).

Desventajas. Entre las principales, destacan: (i) ser una tecnología sofisticada que requiere de alta inversión para operarse y mantenerse, y de personal especializado (Arvanitoyannis & Varzakas, 2008), (ii) la tecnología requiere de un proceso más eficiente: más simple, TR más corto, menores dimensiones de los biodigestores y mayor generación de biogás (iii) requiere de un sustrato con alta pureza, separación de los residuos y de pre-tratamiento para la separación de la FO y retiro de contaminantes, (iv) la variación en la cantidad y composición de los RO es un factor que añade complejidad y costo al proceso (Guilford, 2009), y (v) requiere de instalaciones adicionales.