



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

“Diagnóstico de los sitios clandestinos de residuos sólidos urbanos generados en la Colonia Ampliación Santa Julia, segunda y tercera secciones, Pachuca, Hidalgo.”

Tesis

que para obtener el título de:

Ingeniero Industrial

presenta:

P.I.I. Axnel Serrano Olvera

Asesor:

M.I.A. Mario Sáenz Piña

Mineral de la Reforma, Hidalgo. Enero 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

Licenciatura en Ingeniería Industrial

M. en A. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO, DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA U.A.E.H., Presente:

Por este medio le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Ingeniería Industrial Axnel Serrano Olvera, quien presenta el trabajo de titulación "Diagnóstico de los sitios clandestinos de residuos sólidos urbanos generados en la colonia Ampliación Santa Julia, segunda y tercera secciones, Pachuca, Hidalgo", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

- PRESIDENTE: Mtro. Julio Rodríguez Baños
PRIMER VOCAL: Mtro. Mario Sáenz Piña
SEGUNDO VOCAL: Mtro. Víctor Álvaro Francisco Cruz Ramírez
TERCER VOCAL: Dra. Liliana Guadalupe Lizarraga Mendiola
SECRETARIO: Mtra. Lidia Ramírez Quintanilla
PRIMER SUPLENTE: Dra. Yamile Rangel Martínez
SEGUNDO SUPLENTE: Dra. María Del Refugio González Sandoval

Handwritten signatures and initials corresponding to the list of members.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE "Amor, Orden y Progreso" Mineral de la Reforma, Hidalgo a 04 de Diciembre de 2014.

M. en E. Lidia Ramírez Quintanilla Coordinadora de la Licenciatura en Ingeniería Industrial.



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad Universitaria, Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184 Tel. +52 771 7172000 ext. 2239, Fax 2109 lidiaramirezquintanilla@gmail.com



Agradecimientos

A mis padres y a mi familia por darme siempre el apoyo incondicional en cada uno de mis proyectos a lo largo de mi corta vida. A mi asesor y amigo, M. I. A. Mario Sáenz Piña por su incansable apoyo y orientación, por la oportunidad que me brindó al aceptar ser parte de este trabajo de investigación, agradezco también su paciencia, comprensión y por enseñarme que el conocimiento y la constancia son la base del éxito. A la Coordinación de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, dirigida dignamente por la Mtra. Lidia Ramírez Quintanilla, por el apoyo, la gestión y la atención que involucra la presentación de este trabajo.

A mis amigos y compañeros por su amistad y consejos. A mis sinodales por haber aceptado ser parte de este proyecto:

Mtro. Julio Rodríguez Baños.

Mtro. Víctor Álvaro Francisco Cruz Ramírez.

Dra. Liliana Guadalupe Lizárraga Mendiola.

Dra. Yamile Rangel Martínez.

Dra. María del Refugio González Sandoval.

A la Secretaria de Servicios Públicos Municipales, así como a la empresa Cambio Verde S.A. de C.V. por la información y el apoyo brindado. A la M. I. Francisca I. Soler Anguiano por la valiosa orientación, tiempo y atención prestada. A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. A mis maestros por todos los regaños y conocimientos compartidos, se los agradezco infinitamente. Y a ti...mil gracias.

Índice

Índice de tablas.....	i
Índice de figuras.....	v
Glosario.....	viii
Acrónimos.....	ix
Abreviaturas.....	xi
Resumen.....	xii
Planteamiento del problema.....	1
Justificación.....	2
Alcance.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	4
Capítulo I Marco Teórico.....	5
1.1 Residuos sólidos.....	5
1.2 Antecedentes históricos del manejo de RSU.....	5
1.2.1 Antecedentes históricos globales.....	6
1.2.2 Antecedentes históricos en México.....	8
1.2.3 Antecedentes históricos en el Estado de Hidalgo.....	9
1.3 Clasificación de los RSU.....	11
1.3.1 Clasificación por su fuente de producción.....	13
1.3.2 Clasificación por su tipo.....	15
1.3.3 Clasificación por su recuperación.....	16
1.4 Composición y variación de los residuos sólidos urbanos.....	17
1.5 Factores que intervienen en la composición de los residuos sólidos urbanos.	19
1.6 Gestión Integral de RSU.....	21

1.6.1	Evolución en el manejo de RSU.....	21
1.6.2	Propósitos de la Gestión Integral de RSU.	22
1.6.3	Proceso de gestión de RSU.....	23
1.6.3.1	Generación de residuos.....	25
1.6.3.2	Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen.....	26
1.6.3.3	Recolección.....	34
1.6.3.3.1	Procesamiento de la recolección.....	34
1.6.3.3.2	Equipamiento de la recolección.....	35
1.6.3.3.3	Técnicas de recolección de RSU.....	36
1.6.3.3.4	Consideraciones.....	39
1.6.3.3.5	Aspectos a considerar en las rutas de recolección.....	40
1.6.3.4	Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos....	40
1.6.3.5	Transferencia y transporte.....	44
1.6.3.6	Disposición final.....	46
1.6.4	Efecto de los RSU.....	49

Capítulo II	Descripción de la zona de estudio y metodología de investigación.....	51
2.	Apunte geopolítico de la zona de estudio.....	52
2.1	Municipio de Pachuca de Soto.....	55
2.1.1	Aspectos geográficos.....	55
2.1.2	Población.....	56
2.1.3	Servicios públicos de limpia.....	57
2.2	Descripción de la zona de estudio.....	58
2.3	Metodología de la investigación.....	62
2.3.1	Método para determinar el origen de las pilas de basura clandestinas.....	62
2.3.2	Método para caracterizar los RSU.....	64
2.3.3	Método para evaluar servicio de recolección.....	65

Capítulo III Aplicación de metodología de investigación	68
3.1 Identificación de pilas clandestinas.....	69
3.2 Caracterización de los residuos recolectados.....	72
3.3. Evaluación del servicio de recolección.....	76
Capítulo IV Análisis de resultados	80
4.1 Pilas clandestinas.....	81
4.2 Caracterización parcial de los RSU procedentes de las pilas clandestinas estudiadas.....	98
4.3 Servicio de recolección.....	105
4.4 Ruta de recolección encargada en la zona de estudio.....	115
Conclusiones y recomendaciones	121
Bibiografía	126
Anexos	129
Anexo 1: Formato utilizado para la caracterización de residuos	130
Anexo 2: Mapas donde se ilustra día a día los recorridos ejecutados para identificar apilamientos clandestinos	131
Anexo 3: Encuestas aplicadas en la población para evaluar el servicio de recolección	152
Anexo 4: Fotografías	158

Índice de tablas

Capítulo I Marco Teórico

Tabla 1.3. (1): Clasificación de RSU según su origen.....	12
Tabla 1.3.1. (1): Clasificación de RSU por su fuente de producción.....	14
Tabla 1.5. (1): Factores en la composición de RSU.....	20
Tabla 1.6.3.2. (1): Métodos de procesamiento en la manipulación de RSU.....	28
Tabla 1.6.3.2. (2): ¿Que residuos se deben de separar?.....	31
Tabla 1.6.3.2. (3): Tipos de recipientes para almacén temporal de RSU.....	33
Tabla 1.6.3.3.2 (1): Equipo empleado para la recolección de RSU.....	35
Tabla 1.6.3.4. (1): Procesos unitarios para la separación mecánica de residuos materiales.....	42
Tabla 1.6.3.5. (1): Clasificación de las instalaciones de transferencia.....	45
Tabla 1.6.3.6. (1): Categorías de los sitios de disposición final.....	48
Tabla 1.6.4. (1): Efectos de los RSU en la salud.....	49

Capítulo II Descripción de la zona de estudio y metodología

Tabla 2.2. (1): Indicadores poblacionales de la zona de estudio.....	61
Tabla 2.3.3. (1): Valores de k.....	67

Capítulo III Aplicación de la metodología de investigación

Tabla 3.1. (1): Clasificación de las bolsas ubicadas en los apilamientos clandestinos de la zona de estudio.....	71
--	----

Capítulo IV Análisis de resultados

Tabla 4.1. (1): Aparición de pilas clandestinas durante la primera semana de observación (5-12 de Julio de 2013).....	84
Tabla 4.1. (2): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).....	85
Tabla 4.1. (3): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).....	85
Tabla 4.1. (4): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).....	86
Tabla 4.1. (5): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).....	87
Tabla 4.1. (6): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la primera semana (5-12 de Julio de 2013).....	87
Tabla 4.1. (7): Aparición de pilas clandestinas durante la segunda semana de observación (13-19 de Julio de 2013).....	88
Tabla 4.1. (8): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).....	89
Tabla 4.1. (9): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).....	89
Tabla 4.1. (10): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).....	90
Tabla 4.1. (11): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).....	91
Tabla 4.1. (12): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la segunda semana (13-19 de Julio de 2013).....	91

Tabla 4.1. (13): Aparición de pilas clandestinas durante la tercera semana de observación (20-26 de Julio de 2013).....	92
Tabla 4.1. (14): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).....	93
Tabla 4.1. (15): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).....	93
Tabla 4.1. (16): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).....	94
Tabla 4.1. (17): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).....	95
Tabla 4.1. (18): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la tercera semana (20-26 de Julio de 2013).....	95
Tabla 4.1. (19): Masas resultantes de los pesajes semanales (5-26 de Julio de 2013).....	96
Tabla 4.1. (20): Resumen de área invadida por los RSU de las pilas clandestinas en la zona de estudio, además del volumen ocupado por los mismos.....	98
Tabla 4.2. (1): Composición y masas de las muestras, de RSU, según caracterización parcial, correspondientes al total de pilas seleccionadas durante la primera semana de observación (7-14 de Septiembre de 2013), g componente/pila·día.....	99
Tabla 4.2. (2): Composición y masas de las muestras, de RSU, según caracterización parcial, correspondientes al total de pilas seleccionadas durante la primera semana de observación (15-22 de Septiembre de 2013), g componente/pila·día.....	100

Tabla 4.2. (3): Resumen de resultados y promedios de las dos semanas de caracterización parcial de residuos de las pilas clandestinas, anteriormente identificadas.....101

Tabla 4.4. (1): Logística domiciliaria de recolección de las rutas 2, 4, 6, 9, 10, 8 y 13 del turno matutino de la zona B3, donde muestra las calles recorridas específicamente por la ruta 10, las cuales pertenecen a la zona de estudio116

Índice de figuras

Capítulo I Marco Teórico

Figura 1.6.3. (1): Elementos funcionales de un sistema de Gestión de Residuos Sólidos.....24

Figura 1.6.3.1. (1): Generación diaria de RSU en toneladas en México.....25

Capítulo II Descripción de la zona de estudio y metodología

Figura 2 (1): Mapa del Estado de Hidalgo.....52

Figura 2 (2): Mapa de zona metropolitana de Pachuca de Soto.....54

Figura 2.1.1. (1): Panorámica de la ciudad de Pachuca de Soto.....55

Figura 2.2. (1): Ubicación de la zona de estudio (mapa digital).....59

Figura 2.2. (2): Mapa de la zona de estudio ilustrado en fotografía satelital.....60

Figura 2.2. (3): Ilustración que muestra un apilamiento clandestino de basura en la zona de estudio.....62

Figura 2.3.1. (1): Flujograma ilustrativo de la metodología a utilizar para determinar el origen de las pilas clandestinas de basura localizadas en la zona de estudio....63

Figura 2.3.2. (1): Flujograma donde se describe la metodología a emplear para la caracterización parcial de RSU de las pilas clandestinas anteriormente detectadas en la zona de estudio.....65

Figura 2.3.3. (1): Flujograma que describe la metodología empleada para la evaluación del servicio de recolección de parte de los residentes de la zona de estudio.....66

Capítulo III Aplicación de la metodología de investigación

Figura 3.1. (1): Báscula de mano utilizada para el pesaje total de todas y cada una de las pilas clandestinas estudiadas.....69

Figura 3.2. (1): Báscula Torrey electrónica con capacidad de 40 kilogramos, utilizada en la caracterización parcial de RSU.....73

Figura 3.2. (2): Pila homogénea de RSU, mezclada con pala.....74

Figura 3.2. (3): Separación parcial de la pila en los diversos componentes ubicados en el formato.75

Figura 3.3. (1): Formato del cuestionario que se aplicó para evaluar diversos aspectos de la recolección.....76

Figura 3.3. (2): División de la zona de estudio para la aplicación de cuestionarios, se muestran cada uno de los cuadrantes.....78

Capítulo IV Análisis de resultados

Figura 4.1. (1): Ubicación de apilamientos localizados dentro de la zona de estudio.....82

Figura 4.1. (2): Grado de reincidencia de los puntos de apilamiento clandestinos..96

Figura 4.1. (3): Apilamiento de basura localizado en Calle del Canal y Calle 4.....97

Figura 4.2. (1): Valores promedio por tipo de componente de RSU, producto de la caracterización parcial del periodo comprendido del 7 al 22 de Septiembre de 2013.....104

Figura 4.3. (1): Representación de la población encuestada según su sexo.....106

Figura 4.3. (2): Distribución de edad de la población encuestada.....106

Figura 4.3. (3): Representación del grado de estudios de la población encuestada.....107

Figura 4.3. (4): Resultados de la pregunta No. 1, que indican porcentaje de la población que separa sus residuos.....	108
Figura 4.3. (5): Resultados de la pregunta No. 2, que indican que tipos de residuos se separan.....	109
Figura 4.3. (6): Resultados de la pregunta No. 3, referente a la calidad de servicio de recolección que se brinda.	110
Figura 4.3. (7): Resultados de la pregunta No. 4, que indican el método de recolección que se ejecuta con más frecuencia.....	111
Figura 4.3. (8): Resultados de la pregunta No. 5, referente a la percepción que se tiene de las unidades recolectoras.....	113
Figura 4.3. (9): Resultados de la pregunta No. 6, donde muestra los procesos unitarios que se ejecutan.....	114
Figura 4.4. (1): Mapa de la ruta B3-10, encargada de la recolección en la zona de estudio.....	117
Figura 4.4. (2): Representación gráfica del recorrido de la ruta B3-10, por las distintas calles de la zona de estudio.....	118

Glosario

Gerenciamiento: Proceso integral, social e intuitivo que se adapta siempre en pro de la calidad y de la buena administración de los recursos.

Disposición final: Eslabón final del proceso de gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Estos sitios de disposición final incluyen entre otros: rellenos sanitarios, plantas de incineración, centros de valorización y recuperación de materiales.

Lixiviados: Líquidos residuales generados por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras, bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

Normas de confidencialidad: Por las que se garantiza que está accesible únicamente a personal autorizado a acceder a dicha información.

Posclausura de relleno sanitario: Serie de actividades ejecutadas como manejo de lixiviados y gases, posterior a la etapa de clausura.

Residuos peligrosos: Desechos considerados peligrosos por tener propiedades que presentan riesgos para la salud.

Acrónimos

A.S.J.: Ampliación Santa Julia

CCISSA: Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia

CONAPO: Consejo Nacional de Población

F.F.C.C.: Ferrocarril Central

GIRSU: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

GPS: Sistema de posicionamiento global (siglas traducidas al español)

INE: Instituto Nacional de Ecología

INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INFONAVIT: Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

IRM: Instalación de Recuperación de Materiales

LGPGIR : Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

OPDS: Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

PET: Polietileno Teraftalato

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RS: Residuos sólidos

RSU: Residuos sólidos urbanos

S.A. de C.V.: Sociedad Anónima de Capital Variable

SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social

SEDUE: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología

SEGOB: Secretaría de Gobernación

SEMARNAP: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

SEMARNAT: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SMA: Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente

SSA: Secretaría de Salubridad y Asistencia

Abreviaturas

Ch.: Chica

Del.: Delegación

G.: Grande

M.: Mediana

No.: Número

Resumen

Debido a la creciente problemática ambiental que se enfrenta en el mundo actual se decidió hacer la presente tesis con el fin de diagnosticar el manejo de Residuos Sólidos Urbanos que son depositados de manera clandestina en las aceras de la Colonia Ampliación Santa Julia, en Pachuca de Soto.

Se realizó un arduo trabajo de campo como la identificación de apilamientos clandestinos de basura, la parcial caracterización de los residuos depositados en dichas pilas y la aplicación de un cuestionario en la población con el fin de evaluar el sistema de recolección.

Para complementar la investigación se obtuvo información por parte de la empresa Cambio Verde S.A. de C.V., la cual se encarga del proceso de recolección de los residuos sólidos urbanos. Todos los datos aportados sirvieron para poder determinar las causas de la problemática observada y aportar sugerencias en busca de soluciones viables.

El resultado del estudio, contrario a lo que se pensaba, indica que los apilamientos clandestinos que se identificaron en el sector estudiado no se deben a deficiencias en el sistema de recolección, sino a factores sociales, siendo materia orgánica, el principal componente de estos apilamientos.

Introducción

1. Planteamiento del problema

Los cambios en los hábitos de consumo incrementan la presión sobre los ya de por sí insuficientes depósitos de residuos sólidos. El incremento en el volumen de la basura que se genera en México, y los cambios en su composición, están llevando al límite a la infraestructura disponible para un adecuado manejo de los desechos.

De acuerdo con datos del INEGI en el Censo de Población y Vivienda llevado a cabo en el año 2010, cada año se generan en el país más de 32 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, casi 11 millones de las cuales son colocadas en tiraderos a cielo abierto y sin ningún control.

La composición de los residuos también ha cambiado, variando de contenidos predominantemente orgánicos a otros en los que abundan elementos de lenta descomposición que requieren de procesos complementarios para reducir sus impactos al ambiente. Éste se debe, principalmente, a la introducción cada vez mayor de otros materiales cuya alta durabilidad y seguridad los hacen de mayor demanda, así como al consumo creciente de productos de un solo uso.

La ciudad de Pachuca, Hidalgo, contaba con una población de aproximadamente 270 000 habitantes (Gobierno del estado de Hidalgo, 2005) . La relativa cercanía de Pachuca con la ciudad de México y su zona metropolitana, ha ocasionado un constante y acelerado crecimiento de la ciudad, lo cual provoca que la variedad de actividades económicas aumente en la misma proporción. ¿Qué nos ocasiona esto? La respuesta es sencilla, una gama enorme de productos nuevos que se introducen al mercado, los cuales al concluir con su ciclo de vida útil, se convierten en un Residuo Sólido Urbano.

Se define residuo como cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprende o tiene la intención u obligación de desprenderse. Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los que se originan en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos. Suelen estar compuestos por materia orgánica, papel y cartón, plásticos, vidrio, metales, entre otros (Colomer, y otros, 2010).

Actualmente se enfrenta una grave problemática en la gestión de los RSU, principalmente por falta de conciencia en la población, donde no se da una separación en el origen, deficiencias en el sistema de recolección y falta de Instalaciones de Recuperación de Materiales (IRM).

Particularmente en la Colonia Ampliación Santa Julia, localizada en la zona central de la ciudad de Pachuca de Soto, se puede observar día a día, como en las aceras existen apilamientos de basura, los cuales llegan a permanecer ahí días, algunos de mayor tamaño que otros.

A pesar de contar con rutas de recolección, se presenta el problema, pudiendo ser una razón clara y visible, la falta de contenedores para el almacén temporal de residuos sólidos, aunque aunado a esto, también está la falta de cultura por preservación del medio ambiente. Esto sin duda nos lleva a pensar el daño que pueden ocasionar esos residuos al permanecer ahí al aire libre tanto a los habitantes como a la misma infraestructura donde se alojan, ya que se desconoce si puede haber ahí, algún residuo peligroso, o también el riesgo latente de que se pudiera convertir en un foco de infecciones.

2. Justificación

Se sabe que el ser humano ha habitado el planeta desde hace unos 35 000 años bajo su denominación de *Homo Sapiens Sapiens*, se trataba de un hombre nómada que poco a poco fue colonizando todos los lugares del globo terráqueo. Se estima que los primeros hombres llegaron a América por el estrecho de Bering procedentes de Siberia hace unos 12 000 años. Este hombre se dedicaba a algunas actividades primarias, como: Agricultura, ganadería, pesca y explotación forestal (Ríos, 2009).

El impacto ambiental que se generaba de dichas actividades era mínimo. ¿Por qué razón? Bien, durante miles de años los métodos de extracción de recursos y caza eran en su mayoría de un carácter inocuo, es decir, eran inofensivos para los seres vivos y el medio ambiente en general.

Conforme pasó el tiempo las necesidades del hombre aumentaron y se fueron dando técnicas más desarrolladas para sus actividades cotidianas. Surgió el comercio y la industria, esto provocó la exigencia de comenzar a desarrollar tecnologías más eficaces para poder incursionar con ventajas competitivas en el mercado.

Todas las naciones se han visto constantemente involucradas en procesos sociales, tecnológicos y culturales, concepto que también podemos entender como globalización, proceso en el cual se ha tenido la constante exigencia de innovar en la creación de nuevos productos para la satisfacción de una gran gama de necesidades y así poder incursionar con más fuerza en el mercado.

Todas estas razones han provocado la creación de nuevos materiales, tal vez con el fin de economizar, hacer más eficaces y rápidos los procesos o satisfacer las necesidades ante las nuevas actividades económicas. La tendencia de generación de basura ha aumentado con el paso de los años, pero en los últimos siglos, los niveles de generación se han disparado inconscientemente, tan sólo en la República Mexicana se generan 100 000 toneladas de basura al día, diversos estudios estiman que en las zonas urbanas se generan 1.4 kilogramos de basura por habitante al día, mientras que en el resto del país se estima que la tasa es de 900 gramos (INEGI, 2010).

3. Alcance

El área de estudio se enfoca en una porción de la Colonia Ampliación Santa Julia, particularmente en la segunda y tercera secciones de la misma. Únicamente se estudiarán los sitios clandestinos que implican las aceras, por lo tanto se omiten, por ejemplo, terrenos baldíos. Se conocerá la cantidad de apilamientos clandestinos así como la obtención de valores como: masa, volumen, densidad y la composición de dichos apilamientos clandestinos, además de las razones por las cuales se presenta la problemática.

4. Objetivo general

Diagnosticar el manejo de los residuos sólidos urbanos depositados de forma clandestina en las aceras de las calles de la colonia Ampliación Santa Julia, segunda y tercera secciones, ubicada en el la zona central de la ciudad de Pachuca de Soto, en el estado de Hidalgo, con el fin de conocer si la etapa de recolección de residuos sólidos es la adecuada, y su posible relación con la problemática antes mencionada.

5. Objetivos específicos

- 1) Cuantificar en su totalidad, los sitios clandestinos que existen en la zona de estudio. Para así tener identificados los sitios clandestinos que serán caracterizados.
- 2) Cuantificar ciertos parámetros de caracterización de RSU, con base al universo de sitios clandestinos identificados, para conocer los correspondientes valores de los siguientes parámetros: masa, volumen, densidad y composición.
 - a) Las masas de residuos sólidos que se generan en cada uno de ellos.
 - b) La composición de las masas de residuos sólidos en cada uno de ellos.
 - c) Los volúmenes y densidades de los apilamientos clandestinos.
- 3) Aplicar una encuesta a los vecinos de la Colonia Ampliación Santa Julia, secciones 1 y 2, orientada a la generación, manipulación y recolección de RSU manejados en la zona de estudio; para así, entender algunas de las razones que expliquen la aparición de sitios clandestinos de disposición de residuos sólidos.

6. Hipótesis

1. Al menos el 80 % de los residuos sólidos urbanos que son depositados clandestinamente en las calles de ampliación Santa Julia, segunda y tercera secciones, se debe a deficiencias en el sistema de recolección.

2. Se considera que sólo el 20 % de los residuos sólidos urbanos en ampliación Santa Julia, segunda y tercera secciones, en la ciudad de Pachuca de Soto, presenta una previa separación en el origen.

Capítulo I:

Marco Teórico

Este capítulo tiene como objetivo proporcionar las bases en cuanto a conocimiento del tema, específicamente en el aspecto teórico, permite comprender los términos utilizados en un futuro en el presente trabajo.

1.1 Residuos sólidos

Se trata de adentrar al lector con conceptos básicos, con el fin de que se familiarice con la temática, posteriormente entenderá la problemática que se pretende estudiar en el presente.

Se entiende por residuo sólido cualquier material desechado que pueda o no tener utilidad alguna. El término residuo no corresponde con la acepción de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia. La ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente decretada en 1988, define un residuo como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuo sólido urbano o municipal: Los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. (Colomer, y otros, 2010)

1.2 Antecedentes históricos del manejo de RSU

Desde tiempos muy remotos el ser humano ha sido la principal causa de generación de residuos sólidos urbanos. ¿Por qué se dice esto? Bien, las fuentes de generación no siempre han sido por parte del hombre, sino que también incluyen a la naturaleza, pero la contaminación generada por ésta es prácticamente inofensiva. Se conocerán los antecedentes y evolución histórica de generación de RSU.

1.2.1 Antecedentes históricos globales

Siempre conocer algo de antecedentes históricos es de vital importancia, pues se puede adentrar al lector poco a poco en el contenido que vendrá en un futuro dentro de este trabajo.

En la Edad Media, los residuos urbanos se vertían en las calles o en los ríos de forma incontrolada. Esto planteaba problemas de salud, como la gran proliferación de ratas en todo el continente europeo. Algunos residuos se recuperaban de la basura para su reciclado. En esta época, en el reinado de Carlos III en España, se acomete la primera red de alcantarillado y servicios de limpieza municipales.

En la revolución industrial, en el siglo XIX, se dio lugar a la explosión de generación de residuos, donde el sistema de gestión era insuficiente, por lo que se producían graves problemas sanitarios. Es entonces donde el ser humano se da cuenta que la higiene es importante para prevenir las enfermedades y en 1883, el Prefecto de París, Eugene Poubelle, obliga a los parisinos a arrojar sus residuos en un contenedor, que fue rebautizado con el nombre de "basurero" (Ríos, 2009)

En la década de 1920 , se crea el primer vertedero de basura (Ríos, 2009). El primer paso para un manejo organizado de los residuos sólidos urbanos se dio en Estados Unidos a principios del siglo XX. Hasta ese momento, y dependiendo de los lugares, los residuos eran vertidos en el suelo –enterrados a cielo abierto–, se descargaban en cuerpos de agua, se incineraban o se entregaban, cuando eran restos de comida, para alimento de cerdos.

A comienzos de la década del 40, en Nueva York y California se comenzó con el vertido controlado y a través del ejército norteamericano, se implementaron programas para el control de vectores y prevención de enfermedades, al tiempo que se efectuaron modulaciones típicas de vertederos, adaptadas según distintos tamaños poblacionales. En virtud de consideraciones económicas y ambientales,

entre los años 40 y 70 surgió una nueva forma de administración de los RSU, denominada Gestión Iluminada, que se focalizó en el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final, con especial énfasis en los efectos ambientales y en la salud de la población.

A principios de la década del 70, la creciente preocupación pública respecto del potencial de reducción de los recursos naturales y la necesidad de propender a su sustentabilidad, motivó un cambio en el foco del gerenciamiento de los residuos sólidos.

En 1975, aparece la ley sobre la eliminación de residuos, dicha legislación se modifica en 1992, junto con la integración de cuatro grandes objetivos:

1. Prevenir o reducir la producción y residuos peligrosos, incluidos los que afectan a la fabricación y distribución de productos.
2. Organizar el transporte de residuos y limitar la distancia y el volumen.
3. La recuperación de los residuos mediante la reutilización, el reciclado con el fin de obtener los residuos materiales reutilizables o su energía.
4. Mantener informado al público acerca de los efectos nocivos sobre el medio ambiente la salud pública en la producción y eliminación de desechos, con sujeción a las normas de confidencialidad establecidas por la ley, así como las medidas para prevenir o compensar los efectos negativos.

Por lo tanto, a partir de 1992 la recogida de basuras empieza a ser desarrollada por las comunidades (municipios o grupos de países), responsables de dicha recogida y el tratamiento de los residuos. Hoy en día, una gran mayoría de las comunidades han creado sus propios sistemas de recogida de residuos domésticos. (Freecsstemplates, 2007)

1.2.2 Antecedentes históricos en México

En este apartado el lector comprenderá que la generación de RSU en México durante la época prehispánica no tuvo gran impacto debido a la naturaleza y origen de los desechos generados.

Los primeros estudios relacionados con los RSU se realizaron hasta la segunda década del siglo XX, cuando la Comisión Constructora estuvo a cargo del Ing. Miguel Ángel de Quevedo, quién desarrolló estudios de pulverización de residuos sólidos para destinarlos a abono agrícola y estudios de saneamiento en varios barrios de la Ciudad de México (Ríos, 2009).

Los primeros intentos por parte de la federación en el control de los RSU, se inician apenas en el año de 1964, cuando la Dirección de Ingeniería Sanitaria pasó a formar parte de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, (CCISSA), con la finalidad de atender, a nivel nacional los programas de recolección y disposición de RSU, entre otras responsabilidades. Con este organismo da principio la incorporación de técnicas y métodos de ingeniería para tratar de solucionar el problema, cada vez más creciente, de los residuos sólidos.

Este tipo de asesorías por parte del gobierno federal terminaron en el año de 1981, cuando CCISSA se liquidó y las funciones de la parte de Ingeniería Sanitaria fueron absorbidas por la SMA de la misma SSA, creada en 1972.

En el Consejo Técnico de la SMA, se inició un programa a nivel nacional que duró de 1973 a 1976, con el apoyo de un crédito otorgado por el PNUMA. Por medio de este programa, se proporcionó asesoría y se desarrollaron los proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de los RSM en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Cd. Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) en el año 1982, todas las atribuciones en el área de control de RSU se conjuntaron en la

Subsecretaría de Ecología. En esta dependencia, a partir de 1983, se inicia el programa RS100, el cual consistió en la elaboración de proyectos ejecutivos de relleno sanitario en las ciudades mayores de 100,000 habitantes.

En 1992 desaparece la SEDUE y se crea la SEDESOL, la cual incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE), hoy INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). La SEDESOL continúa brindando apoyo a los municipios, a través del desarrollo de proyectos ejecutivos y del financiamiento para la construcción de infraestructura para el control de los RSU y la construcción y operación de rellenos sanitarios, hasta la fecha.

La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, (SEMARNAP), hoy SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), se crea en 1994 incorporando al INE y a los demás órganos que en la SEDESOL se ocupaban de cuestiones ambientales. En este contexto, el INE asume la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los residuos sólidos municipales y en el año de 1996, promulga la norma oficial mexicana que establece los requerimientos para la selección de sitios para ubicar rellenos sanitarios, la cual es NOM-083-ECOL-1996. (INE, 2007)

1.2.3 Antecedentes históricos en el estado de Hidalgo

De igual manera que se explican los antecedentes históricos que han pasado en el territorio mexicano, se dan a conocer algunos de los que se han presentado dentro de la entidad donde se realizará el posterior estudio.

El tratamiento de RSU da comienzo principalmente con el desarrollo minero, el cual dio comienzo en 1555, en la hacienda de la Purísima Concepción, cuando Bartolomé de Medina inventó el sistema de amalgamación para el beneficio de los minerales. A partir de este momento, el aspecto de la población se transforma notablemente, pues empezaron a llegar decenas de operarios para emplearse en los diversos laboríos mineros, así la relación de tasaciones señala que para 1560, es decir 8 años después del descubrimiento de las minas, la población ascendía a

2.200 habitantes, lo que significaba un incremento de casi el 300% con relación a la de 1550. (SEGOB, 2007)

Estos métodos suponían una gran problemática, ya que gran parte de los residuos generados en el estado, correspondían a la actividad minera. ¿Qué era lo que sucedía? Bien, los desechos generados por las plantas de beneficio como Loreto, eran arrojados directamente al popular Río de Las Avenidas, el cual desembocaba en la laguna de Zumpango, careciendo de algún sistema de control.

Como resultado de la actividad minera hay millones de toneladas de residuos de minas (Jales) dispersos en los sitios aledaños al lugar de extracción del metal de importancia. Es conocido que cerca de los Jales de mina existe la dispersión de partículas finas, escurrimientos de residuos y escasa vegetación. De existir especies vegetales, éstas se encuentran dispersas en el jal. La presencia de plantas en estos sitios, disminuiría algunos los problemas presentados, pero además existe la posibilidad de que participen en la eliminación de contaminantes. El “jal” tiene alto contenido de sales y pH alcalino.

En lo que respecta al manejo de los RSU generados por la población, igualmente se carecía de un sistema de recolección de RSU, teniendo como principales fuentes de generación mercados, hospitales, casas habitación y desde luego las minas.

Alrededor de 1970 se da inicio con un sistema de recolección de basura, a cargo de la administración estatal.

Hoy en día se cuenta con un relleno sanitario que fue inaugurado en noviembre de 1996, antes de esta fecha, los residuos eran depositados en un tiradero a cielo abierto ubicado en la carretera México-Tuxpan, en un lugar conocido como Los Órganos. El relleno sanitario está ubicado en la población de El Huixmí cuenta con 19.5 ha, y opera para recibir la basura de la ciudad, y los desechos de los municipios de San Agustín Tlaxiaca, Zacualtipán, Tizayuca, Mineral del Monte, Mineral del

Chico y Zapotlán de Juárez. El relleno sanitario recibe más de 400 toneladas de basura a diario. Pachuca genera el 15 % de la basura de Hidalgo. (Juárez, 2012)

La basura de manejo especial como los residuos biológico-infecciosos de hospitales son tratados en diferente manera, por medio de un contrato de recolección específica. Otros desechos como escombros de casas o aceras, son usados para rellenar algún tiro, hoyo o cañada de la ciudad, si no es el caso, son depositados en el relleno sanitario. Los animales muertos en carreteras o terrenos baldíos son levantados y llevados al relleno, donde hay una fosa para ese tipo de desperdicio, como el desecho de rastro, granjas y demás. A pesar de ser un desecho biológico no contaminante, recibe un tratamiento antes de ser depositado. (Jiménez, 2009)

1.3 Clasificación de los RSU

Entre los residuos sólidos urbanos se pueden desarrollar un número variable de clasificaciones, de acuerdo a los factores que intervienen en su composición, podemos diferenciarlos.

La tabla 1.3. (1) muestra la clasificación según su origen:

Tabla 1.3. (1): Clasificación de RSU según su origen.

Origen	Descripción
Basura orgánica	Es la que se puede descomponer por procesos naturales, dentro de un periodo razonable como derivados de la preparación de los alimentos, productos y comidas, desechos de mercados (basura cruda), desperdicios de fábricas, desperdicios de agropecuarios, animales muertos, hojarasca, etc.
Desperdicios comerciales de comidas	Incluye los restos de comida originados en los restaurantes, hoteles, regimientos, escuelas, a menudo se recolectan separadamente y son vendidos para alimentos de animales.
Desperdicios comerciales	Incluye los desechos comerciales no incluidos en el punto anterior y proveniente de la operación y mantenimiento de los establecimientos comerciales, industriales, talleres, como el papel, cartón, botes, material de embalaje y otros desperdicios sólidos.
Basura doméstica	Se origina en los hogares y está formada por polvos, papeles, huesos, vidrios, plásticos, madera, trapos, restos de legumbres, flores, hojalata y en algunas ocasiones excreta humana y de animales domésticos, entre otros
Despojos	Es la basura no incluida en los puntos anteriores, la cual se conforma de vidrios, llantas, botes, etc.
Basura de la calle	Está constituida por hojarasca, ramas, tierra, papeles, colillas de cigarros, arena, animales muertos, etc.
Desperdicios de mercados	Son entre otros restos de comida, frutas, verduras, papeles, etc.
Escombros	Son restos fraccionarios de material de demolición (cascajo), tales como adobes de tierra, tierra de revoque, cartón, pedacería de madera, etc.

Cenizas	El término de “cenizas” se refiere a los residuos provenientes de la combustión del carbón; madera y otros materiales utilizados en el hogar o industrias.
----------------	--

1.3.1 Clasificación por su fuente de producción

Al igual que los productos que consume el ser humano, se puede diferenciar a los residuos sólidos urbanos de una localidad de acuerdo a la fuente de origen, la tabla 1.3.1. (1) muestra su clasificación de acuerdo a cada fuente:

Tabla 1.3.1. (1): Clasificación de RSU por su fuente de producción.

Fuente	Descripción
Domiciliarios	Son todos aquellos que se generan en las casas-habitación y no requieren alguna técnica especial para su control. Consisten en residuos sólidos orgánicos como restos de comida, papel y cartón e inorgánicos como vidrio, cerámica y latas de metal.
Comerciales	Se componen, en su mayor parte, por residuos alimenticios tanto vegetales como animales, y en general, por productos o materias orgánicas que se pudren con facilidad en un lapso de tiempo muy corto, por lo que requieren de una rápida recolección.
Servicios	Las fuentes incluyen centros de espectáculos, recreación, restaurantes, bares, hoteles y oficinas públicas, excluyendo a los residuos de fabricación de las industrias, En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de los otros residuos.
Especiales	Las fuentes con mayor relevancia incluyen hospitales, aeropuertos, cárceles, vialidades y actividades agrícolas, En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de los otros residuos.

1.3.2 Clasificación por su tipo

A estas alturas se ha visto la clasificación de los residuos sólidos por su fuente de producción, pero también los podemos clasificar de acuerdo a su tipo (Ríos, 2009):

1. **Materia orgánica:** Es todo aquello que se puede pudrir, como son: Restos de comida, vegetales, frutas, hojas y ramas que resultan de limpiar las macetas o el jardín, cascaras de huevo o moluscos, compresas y pañales sucios, restos de infusiones, por mencionar algunos.
2. **Metales:** Son todos los residuos provenientes de operaciones donde se emplearon metales o aquellos que dentro de su composición contengan algún tipo de metales, tales como: acero, hierro, bronce, cobre, estaño, entre otros; además de los metales peligrosos como el plomo, mercurio, litio, cadmio, etc., que requieren de un manejo especial así como una disposición en sitios controlados especiales.
3. **Papel:** El papel es una estructura obtenida en base a fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible. Es el elemento de mayor generación y también el más susceptible de ser reciclado. Dentro de este punto se consideran: hojas de papel de uso diario, papel de envoltura y embalaje, cartón, etc.
4. **Plástico:** Son sustancias que contienen como ingrediente esencial una sustancia orgánica de masa molecular llamada polímero. Entre los principales ejemplos de residuos plásticos se encuentran: botellas de agua y refresco, envolturas, bolsas, tuberías, artefactos domésticos, entre muchos más.
5. **Vidrio:** El vidrio es un material duro, frágil y transparente que ordinariamente se obtiene por fusión a unos 1,500 °C de arena de sílice, carbonato sódico y

caliza. Algunos residuos de vidrio son: botellas, envases, vasos, cristales de ventanas, etc.

6. **Textiles:** Son todos los desperdicios que provienen de la satisfacción del ser humano por vestir, incluye los residuos de ropa, trapos, cortinas, etc.
7. **Otros:** Todos aquellos residuos que por su composición, no pueden ser clasificados en las otras categorías, y que generalmente se originan en sistemas productivos peligrosos, especiales o médicos.

1.3.3 Clasificación por su recuperación

Es la última clasificación que se aborda, se hace notar la importancia de clasificar materiales por su recuperación, pues aquí muchos pueden ir a un proceso de reciclaje o ser reusados.

1. **Residuos recuperables o reciclables:** Son todos aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias, las cuales mediante un tratamiento los utilizan como materia prima, reintegrándolos posteriormente al ciclo de consumo. Como ejemplos de estos tenemos: huesos, trapos, cartón, papel, metal, vidrio, plásticos, hule, etc.
2. **No recuperables nocivos:** Este grupo comprende básicamente aquellos desperdicios provenientes de hospitales, sanatorios, casas de cuna, enfermerías, clínicas y consultorios médicos; así mismo a cierto tipo de industrias que estén dentro o en ciertos lugares conurbados de la ciudad. Este tipo de residuos pueden ser muy peligrosos y se les debe dar un tratamiento especial para residuos peligrosos (confinamiento especial).
3. **No recuperables inertes:** Son aquellos como tierra, piedras, cascajo, etc. Que solo pueden utilizarse como material de relleno.

4. **Transformables:** Comprenden todos los residuos susceptibles a ser transformados mediante diversos procesos mecánicos, biológicos o químicos, en productos inocuos y aprovechables, quedando abarcados en este grupo los desperdicios fundamentalmente orgánicos.

5. **Residuos alimenticios:** En estos se encuentran todos los restos de comidas ya sean del hogar, restaurantes, hoteles o similares; así mismo residuos de parques y jardines, residuos agrícolas y también los residuos industriales de naturaleza orgánica (Ríos, 2009).

1.4 Composición y variación de los residuos sólidos urbanos

Para la adecuada y correcta gestión de los residuos sólidos urbanos es fundamental conocer la composición de los mismos, ya que en función de los componentes, se pueden dimensionar los sistemas de recogida selectiva y reciclaje.

La composición de los residuos sólidos varía según varios elementos, pero esencialmente depende de factores como:

- Nivel de vida.
- Estación del año.
- Modo de vida de la población.
- Existencia de zonas turísticas.
- Clima.

La composición física es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen los RSU y su distribución relativa.

La información sobre la composición de los RSU es importante para evaluar las necesidades del equipo, los sistemas de tratamiento y los planes de gestión. Además de las características técnicas de la basura, habrá que tener en cuenta la humedad, el poder calorífico de la basura, la cantidad de materia orgánica y la densidad. (Colomer, y otros, 2010)

Los residuos sólidos urbanos (RSU), en tanto, pueden definirse como los desechos generados en la comunidad urbana, provenientes de los procesos de consumo y desarrollo de las actividades humanas, y que normalmente son sólidos a temperatura ambiente. Además de los producidos por los usos residenciales, comerciales e institucionales, y por el aseo del espacio público, los RSU incluyen los residuos originados en las industrias y establecimientos de salud, siempre que no tengan características tóxicas ni peligrosas, en cuyo caso constituyen corrientes de residuos de otro tipo que deben ser manejadas según lo establecen las normativas específicas.

Si bien los RSU están constituidos por un conjunto heterogéneo de materiales, dividen su composición en dos categorías básicas:

- I. **Orgánicos:** restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son fuente de proliferación bacteriana. Atraen a roedores, insectos y también a los animales domésticos (gatos, perros, etc.) que, además de romper las bolsas contenedoras, son vectores de enfermedades.
- II. **Inorgánicos:** restos de elementos que no son fruto directo de la naturaleza sino de la industrialización de recursos naturales (plástico, vidrio, papeles, latas, textiles). Proviene mayormente del desperdicio de envases y embalajes característicos de la presentación de productos comerciales.

1.5 Factores que intervienen en la composición de los residuos sólidos urbanos

Existen diferentes condiciones que pueden propiciar un cambio en la composición de los residuos sólidos urbanos.

La composición de los RSU, depende de diversos factores que se señalan en la tabla 1.5. (1):

Tabla 1.5. (1): Factores en la composición de RSU.

Factor	Descripción
Modo y nivel de vida de la población	Los hábitos de cada hogar propician una diferente composición de los RSU, por ejemplo el consumo de alimentos procesados producirán que aumente el contenido de envases y embalajes de todo tipo y provocará la disminución de restos vegetales u orgánicos.
Actividad de la población	En áreas rurales podemos observar un predominio de productos orgánicos y fermentables. En las zonas urbanas aumenta la cantidad de envases y embalajes (materia inorgánica) principalmente fabricados de vidrio, plástico y cartón, aunque sigue predominando la materia orgánica.
Climatología general de la zona y estacionalidad	Los residuos recogidos en verano presentan un mayor contenido de restos de frutas y verduras, mientras que las escorias y cenizas procedentes de calefacciones aumentan en invierno. El contenido de humedad es mayor en las estaciones con alta pluviosidad.

1.6 Gestión integral de RSU

Se ha llegado a una parte muy importante de nuestro capítulo 1, se conocerá y más adelante podrá comparar el proceso ideal de la gestión de residuos sólidos urbanos con el proceso que se describirá en la zona de estudio.

1.6.1 Evolución en el manejo de RSU

Se empieza por abordar un poco de los antecedentes que se tienen del manejo de residuos sólidos urbanos.

El primer paso para un manejo organizado de los residuos sólidos urbanos se dio en Estados Unidos a principios del siglo XX. Hasta ese momento, y dependiendo de los lugares, los residuos eran vertidos en el suelo –enterrados o a cielo abierto- donde se descargaban en cuerpos de agua, se incineraban o se entregaban, cuando eran restos de comida, para alimento de cerdos.

En virtud de consideraciones económicas y ambientales, entre los años 40 y 70 surgió una nueva forma de administración de los RSU, denominada Gestión Iluminada, que se focalizó en el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final, con especial énfasis en los efectos ambientales y en la salud de la población.

A principios de la década del 70, la creciente preocupación pública respecto del potencial de detrimento/reducción de los recursos naturales, y la necesidad de propender a su sustentabilidad, motivó un cambio en el foco del gerenciamiento de los residuos sólidos. Este nuevo criterio fue direccionado hacia el estudio y análisis de los materiales existentes en los RSU a fin de establecer aquellos elementos que resultaban susceptibles de un uso beneficioso, fundamentalmente a través de la reutilización y el reciclaje.

1.6.2 Propósitos de la Gestión Integral de RSU.

Ahora que se saben los antecedentes de la gestión integral de RSU, se conocerán los objetivos que tiene este proceso.

La Gestión Integral de RSU puede ser definida como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de manejo acordes con objetivos y metas específicos de gerenciamiento de residuos sólidos. Tales objetivos, que básicamente se encuadran en los postulados enunciados anteriormente, configuran una guía tanto para los responsables municipales a cargo de la toma de decisiones relativas a sistemas de residuos sólidos como para los gerentes industriales, en los aspectos que les son pertinentes (Organización Panamericana de la salud, 2002).

Las actividades significativas a ser integradas se vinculan tanto con el estudio de los residuos sólidos en sí mismos como de las distintas fases de su generación y las diferentes instancias de su manejo posterior. De allí que esta forma de administrar los RSU necesite del concurso de una multiplicidad de disciplinas, así como de la investigación y el desarrollo tecnológico permanentes.

Todos los estudios referidos a este modo de gestión deben estar dirigidos a que los residuos disminuyan en cantidad, como medio idóneo para reducir los impactos asociados y los costos de su manejo y disposición final (incluyendo la ocupación del menor espacio posible en esta última etapa), y a que mejoren su calidad, a fin de minimizar los potenciales daños que causan al hombre y al ambiente.

Asumiendo que los residuos constituyen una consecuencia inevitable de las actividades humanas, este sistema busca que sean manejados adecuadamente para evitar que la salud y el ambiente sean perjudicados por influencia directa de los propios residuos o, de manera indirecta, por la sobreexplotación de los recursos naturales o la excesiva presión sobre la capacidad de asimilación natural del medio.

En definitiva, la GIRSU constituye la manera más eficaz de gestionar los residuos: se basa en la trilogía sociedad, ambiente y economía del Desarrollo Sustentable, es decir, en las premisas de preservación y protección ambiental, de equidad y aceptabilidad social, complementadas por un sistema económico factible de implementar (Organización Panamericana de la salud, 2002).

1.6.3 Proceso de gestión de RSU

La gestión de los residuos sólidos se refiere a la administración de todas las acciones realizadas desde la generación de éstos hasta su disposición final. Por lo tanto, una gestión integral, se refiere a aquella que minimiza tanto los impactos negativos al ambiente y a la sociedad, como los costos derivados de estas acciones.

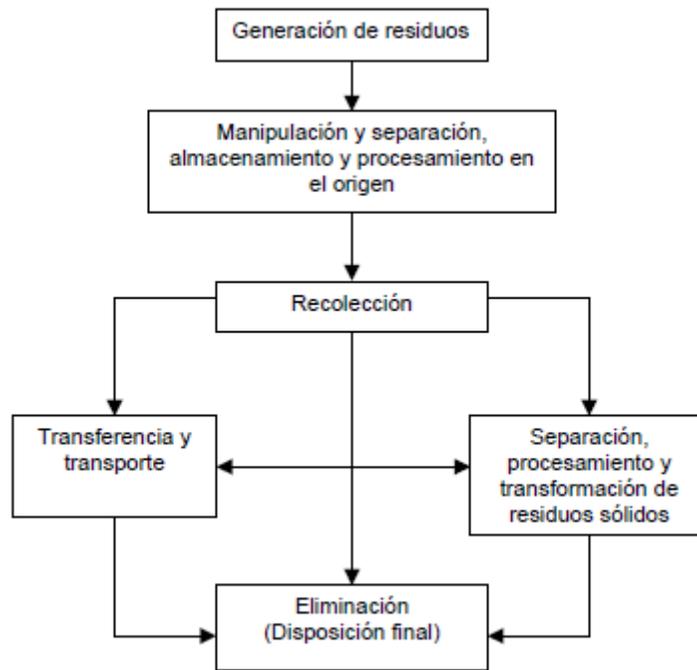
En México, a partir del 5 de enero de 2004 entró en vigor la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Esta ley define la gestión integral de residuos como el “conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región”.

Desafortunadamente, una gestión integral de residuos no es sencilla pues implica una inversión económica que no siempre puede ser financiada por el municipio así como un cambio de actitud tanto de los prestadores de los servicios como de los usuarios de los mismos.

Los seis elementos funcionales que integran un sistema de gestión de residuos se muestran en la figura 1.6.3. (1) y son: a) generación de residuos, b) manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen, c)

recolección, d) separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos, e) transferencia y transporte y f) disposición final (Tchobanoglous, y otros, 2000).

Figura 1.6.3. (1): Elementos funcionales de un sistema de Gestión de Residuos Sólidos.



Fuente: (Tchobanoglous, y otros, 2000).

1.6.3.1 Generación de residuos

Como se puede observar en la figura anterior, este es el primer paso del sistema de gestión.

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hace años un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, pero hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc. se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.

Desde luego que los valores de generación de residuos sólidos, han estado incrementando con el paso del tiempo (Figura 1.6.3.1. (1)), debido principalmente al aumento de la población e introducción al mercado de una gran gama de productos nuevos para satisfacer las necesidades de la población.

Figura 1.6.3.1. (1): Generación diaria de RSU en toneladas en México.



FUENTE: (Rosiles, 2008).

Los factores que influyen en las cantidades generadas de residuos sólidos en una localidad son los mismos que afectan su composición. Entre estos factores destacan el tamaño de la población, el grado de urbanización de la localidad, el ingreso per cápita (a mayor ingreso, mayor generación de residuos), entre otros. Mientras mayor es el grado de urbanización de una población, mayores son las cantidades de residuos producidas. Esto origina que las zonas metropolitanas generen tres veces más residuos a comparación de las localidades semirurales y rurales en México.

Durante 2007 se generaron 36.9 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos en México (SEDESOL, 2008), en promedio 340.1 kilogramos por habitante al año, de los cuales fueron dispuestos 24 millones de toneladas en sitios controlados y 11.7 millones de toneladas en sitios no controlados, en tanto que 1.2 millones de toneladas de los residuos llevados a los sitios de disposición final se recuperaron con fines de reciclaje.

1.6.3.2 Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen

Este elemento funcional incluye todas las acciones que el generador realiza con sus residuos antes de que estos sean recolectados.

Estas actividades abarcan desde el simple almacenamiento hasta la selección de productos para su venta, reutilización o composteo (en el caso de residuos orgánicos).

SEDESOL en 2007 define el almacenamiento como “la acción de retener temporalmente los residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos”.

Las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales se han visto en la necesidad de aplicar diferentes tipos de manipulación de los RSU. El mejor lugar para la separación es, sin duda, el origen. Se muestran a continuación algunos métodos de manipulación que se les puede dar a los RSU en el origen.

➤ **Minimización**

- Se reduce la cantidad de materiales desechados.
- Podemos promover la minimización cobrando cuotas (quien no minimice el volumen de sus RSU, paga).

➤ **Separación en origen**

- Forma más eficaz de lograr la recuperación de materiales.
- Disminuye volumen de los residuos.

➤ **Almacenamiento en origen**

- Retención temporal en tanto se procesan para su aprovechamiento.

➤ **Procesamiento**

- Operaciones aplicadas a los RSU con un fin determinado.
- Ver tabla 1.6.3.2. (1)

Tabla 1.6.3.2. (1): Métodos de procesamiento en la manipulación de RSU.

Origen	Personas responsables	Operaciones e instalaciones
Viviendas residenciales		
De baja altura, aisladas	Residentes, inquilinos	Trituración, separación de componentes, compactación, composteo
Baja y media altura	Inquilinos	Trituración, separación de componentes, compactación, incineración (chimeneas)
	Operarios de mantenimiento del edificio y servicios contratados	Compactación, separación de componentes, composteo
Elevados	Inquilinos	Trituración, separación de componentes, compactación, incineración (chimeneas)
	Operarios de mantenimiento del edificio y servicios contratados	Compactación, separación de componentes, incineración trituración, pulpeado
Comercial	Servicios de cuidado del edificio	Separación de componentes, compactación, trituración, incineración, pulpeado
Industrial	Servicios de cuidado del edificio	Separación de componentes, compactación, trituración, incineración, pulpeado
Zonas abiertas	Propietarios, operarios de parques	Compactación, separación de componentes de residuos
Lugares de plantas de tratamiento	Operarios de planta	Instalaciones de desagües
Agrícola	Propietarios, trabajadores	Varía según la comodidad

Fuente: (Universidad Nacional del Nordeste, 2005).

➤ **Separación**

- Una de las formas más importantes de recuperación de materiales.

➤ **Compactación**

- Reducir hasta un 70 % el volumen de los residuos.

➤ **Incineración**

- Se podría reducir la cantidad de papel, cartón y residuos de jardín.

➤ **Composteo**

- Reduce el volumen y produce un subproducto útil (Universidad Nacional del Nordeste, 2005).

La separación en origen de los residuos que generamos diariamente en nuestros hogares es esencial para el proceso de reciclado: por un lado, porque facilita la recuperación de determinados materiales y permite su reincorporación al ciclo de producción y consumo; por otro, porque beneficia al medio ambiente en general, ya que se ahorran los recursos naturales necesarios para la fabricación de la materia prima virgen.

La disposición final de los residuos tampoco es un tema menor, y una forma de colaborar con este proceso consiste en saber separarlos en origen. En este sentido, el modo más sencillo de segregar los residuos es tomar en cuenta las características de los materiales que los constituyen y organizarlos en torno a dos categorías básicas: húmedos y secos.

Los residuos húmedos son todos aquellos desechos orgánicos fermentables, tales como restos de comida, cáscaras de huevo, frutas, restos de yerba, té, café, grasas y aceites comestibles, fósforos usados, huesos, desechos de animales, maderas, plumas y cueros.

También denominada orgánica, esta fracción puede incluir, en algunos casos y conforme los programas que se apliquen a cada comunidad, desechos esencialmente no reciclables, como sucede con los papeles y cartones impregnados con restos de comida, los papeles de fax y carbónicos, entre otros.

En tanto, los residuos secos, también conocidos como inorgánicos o inertes, están constituidos por vidrios, bolsas de nylon, envases de tetra-pack, gomas, telas, latas, botellas, envases plásticos, metales, papeles y cartones.

Adoptando estas pautas, todos podemos contribuir desde nuestros hogares a la minimización de los residuos domiciliarios y colaborar con la tarea de separación que llevan a cabo quienes retiran específicamente estos residuos, mejorando así la higiene de nuestras ciudades y la calidad de vida de sus habitantes (Gaggero, 2008).

Tabla 1.6.3.2. (2): ¿Que residuos se deben de separar?.

	Si	No
Papeles	<ul style="list-style-type: none"> • Diarios • Revistas • Hojas • Sobres (comunes o de papel madera) • Papeles (impresos o no) • Cajas • Carpetas • Folletos y guías telefónicas • Envases de cartón (alimentos y bebidas) <p>Todos deben estar limpios y secos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Papel carbónico y de fax • Plastificados (envoltorios de golosinas) • Catálogos • Celofán • Envases de comida • Servilletas de papel, papel tissue, papel de cocina • Vasos usados • Papel de fotografía • Planchas de etiquetas
Vidrios	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de alimentos (conservas, salsas, etc.) • Botellas (jugos, cervezas, refrescos, vinos, etc.) <p>Todos deben estar limpios y secos, sin restos de sustancias o elementos como porcelanas, cerámicas, plásticos, aluminio, hierro y madera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Focos • Tubos fluorescentes • Lamparitas • Cristales planos (ventanas, automóviles) • Espejos • Lentes • Faroles de coches • Tazas, platos y macetas de cerámica.
Textiles	<ul style="list-style-type: none"> • Tejidos y fibras de algodón y lino. <p>Todos deben estar limpios y secos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tejidos o trapos impregnados en sustancias como pinturas, combustibles, ácidos, etc.
Metales	<ul style="list-style-type: none"> • Latas y envases de acero, aluminio y otros metales ferrosos. <p>Todos deben estar vacíos y limpios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Latas con pinturas u otras sustancias peligrosas.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de alimentos, bebidas, etc. • Vasos, cubiertos y platos descartables. • Macetas, sillas y otros artefactos. <p>Todos deben estar vacíos y limpios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bidones de combustibles o aceites. • Tachos de pintura. • Otros envases con sustancias contaminantes.

Fuente: (Gaggero, 2008).

Para el almacenamiento de residuos sólidos a nivel domiciliario, son utilizados diferentes tipos de recipientes, entre los cuales predominan los botes de plástico y metal, las cajas y las bolsas de plástico. Los recipientes más inadecuados son los depósitos de cartón, pues debido al alto contenido de humedad que presentan los residuos en México, al humedecerse estos contenedores pueden desbaratarse esparciendo los residuos: las bolsas de plástico a su vez son de fácil acceso para la fauna nociva además de que retardan la degradación de los residuos contenidos.

Es de gran importancia considerar que la capacidad del recipiente sea adecuada a la cantidad de residuos generados y a la frecuencia de recolección. Se debe tomar en cuenta que si el depósito es demasiado grande, será difícil su manejo y descarga por una sola persona, y que si es muy pequeño, aumentará los tiempos de recolección. La SEDESOL recomienda el uso de recipientes de entre 60 a 100 litros de capacidad y que cumplan con las siguientes características: forma cilíndrica, con la base de menor diámetro; con tapa ajustada y asas a ambos lados; resistentes a la corrosión, golpes e inclemencias del tiempo; que posean ruedas para su desplazamiento y de fácil manejo para su limpieza y desinfección (Rivera, 2005).

Tabla 1.6.3.2. (3): Tipos de recipientes para almacén temporal de RSU.

<i>Tipo de recipiente</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Caja de cartón	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económica ▪ Poco peso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil de deteriorarse, se destruye fácilmente por la humedad de los residuos sólidos ▪ Difícil manejo ▪ Fácil acceso a fauna nociva. ▪ Inflamable
Caja de madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económica ▪ Estructura mas o menos sólida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil de deteriorarse ▪ Provoca accidentes al personal de recolección ▪ Facilidad para que los residuos se dispersen ▪ Difícil manejo ▪ Fácil acceso a fauna nociva ▪ Inflamable ▪ Volumen inadecuado
Bote de lámina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil manejo ▪ Mantiene condiciones sanitarias ▪ Estructura sólida ▪ Difícil acceso a fauna nociva 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Con el uso se deterioran. ▪ Provocan cortaduras cuando están deteriorados ▪ Fácil de oxidarse
Bote de plástico con tapa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil manejo ▪ Mantiene condiciones sanitarias, disminuye el ruido, son de peso ligero ▪ Difícil acceso a fauna nociva 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructura no muy sólida
Bolsa de papel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económica ▪ Poco peso ▪ Reduce el tiempo de recolección 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se rompe fácilmente ▪ Se perfora con facilidad por materiales punzocortantes contenidos en los residuos ▪ Se destruye fácilmente por la humedad de los residuos ▪ Inflamable ▪ Fácil acceso a fauna nociva
Bolsa de plástico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económica.- fácil manejo.- disminuye el tiempo de recolección ▪ Mantiene condiciones sanitarias.- tiene un peso ligero.- disminuye el ruido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se perfora con facilidad por materiales punzocortantes ▪ Inflamable ▪ Volumen inadecuado ▪ Fácil acceso a la fauna nociva ▪ Retarda el proceso de descomposición de los residuos en los rellenos

Fuente: (SEDESOL, 2008).

1.6.3.3 Recolección

La recolección desde el punto de vista del autor, es el paso de la gestión de RSU más complejo, ya que el creciente desarrollo de las afueras de las ciudades a lo largo del país, el alto costo que genera la labor, tareas relacionadas con la logística, entre otros factores, complica en demasía la labor.

El termino recolección, incluye no solamente la recolección o toma de los residuos sólidos de diversos orígenes, sino también el transporte de estos residuos hasta el lugar donde los vehículos de recolección se vacían (Tchobanoglous, y otros, 2000 págs. 221-222).

La recolección propiamente dicha es la etapa que abarca el tiempo empleado por el personal desde iniciar el vaciamiento del primer hasta el último recipiente en el camión recolector.

1.6.3.3.1 Procesamiento de la recolección

1. El camión recolector de basura realiza un recorrido por el cual va recorriendo la basura generada.
 1. La basura se comprime de alguna manera, a fin de ahorrar espacio y costos de transportación.
 2. Aprovechamiento o recuperación a través del reciclaje y compostaje.
 3. Rechazo de lo que no sirve para reciclaje ni compostaje.
 4. Aprovechamiento por incineración con resultado de energía y sin resultado de energía.
 5. Los desechos comprimidos no reutilizables se llevan a un lugar más o menos alejado de la ciudad (Enrique, B., 2006).

1.6.3.3.2 Equipamiento de recolección (Tabla 1.7)

Se refiere a las unidades asignadas para dicha labor, éstas pueden ser de capacidades y tipos de carga diferentes según las necesidades de la zona.

Tabla 1.6.3.3.2 (1): Equipo empleado para la recolección de RSU.

Tipo de carga	Descripción
Carga trasera (Compactación media-alta)	*La capacidad de compactación es de hasta 590 kg/m ³ . *Cuenta con capacidades en la caja desde 13 m ³ hasta 19 m ³ .
Carga lateral	*Este equipo está diseñado para recolectar en áreas con espacios reducidos y posteriormente descargar en un camión de carga trasera. *Con capacidad en la caja de 4.5 m ³ hasta 9 m ³ .
Carga frontal	*La capacidad de compactación es de 474 kg/m ³ . *La capacidad de la caja es de 17.54 m ³ hasta 21.41 m ³ .

1.6.3.3.3 Técnicas de recolección de residuos sólidos

Existen diferentes técnicas que se pueden aplicar a este paso de la gestión integral de RSU.

Los métodos de recolección se relacionan directamente con los siguientes tipos de parámetros: Características de la localidad, equipamiento y hábitos de la población.

❖ Por el grado de tecnificación del equipo.

1. Métodos Mecanizados y Semi-mecanizados:

- Son aquéllos que utilizan sistemas mecánicos para la recolección de residuos.
- Se relaciona principalmente con la utilización de contenedores.
- Se utilizan principalmente en zonas ampliamente urbanizadas.

2. Métodos Manuales:

- Son los equipos en donde los operarios realizan directamente la recolección y llenado de los vehículos.
- Son los métodos mayormente empleados en el país.

Son los más recomendados en localidades pequeñas, rurales.

- **Método de Contenedores**

El método implica la existencia de equipo de almacenamiento temporal, se ubica en zonas de gran generación y difícil acceso.

- **Contenedores Fijos:** El camión recolector vacía el contenido de los contenedores y deposita el contenedor en su misma posición. Por lo general, el equipo cuenta con sistema mecanizado. La capacidad de los contenedores varía, entre 1 y 7 m³.
- **Contenedores Móviles:** En este método, el vehículo transporta el contenedor lleno a la estación de transferencia o al sitio de disposición final. El equipo requiere de sistema mecanizado. Por lo general se utiliza para contenedores de capacidad mayor a 10 m³.

- **Método de Esquina o de Parada Fija**

El método consiste en llevar el vehículo a ciertos puntos predeterminados y esperar que los usuarios lleven sus residuos en los horarios predefinidos.

- ✓ **Ventajas**

- Disminuyen las frecuencias de recolección.
- Opera con el mínimo de personal.
- El recorrido se hace en el tiempo mínimo.

- ✓ **Desventajas**

- Requiere amplia participación de los usuarios.
- Requiere inversión adicional para contenedores.
- La recolección debe respetar los tiempos establecidos debido a los posibles focos de infección.

- **Método de Acera**

El método consiste en recorrer con el vehículo, todas las calles de la zona y recolectar los residuos sólidos.

- ✓ **Ventajas**

- Mejora la percepción de calidad del servicio.

- ✓ **Desventajas**

- Requiere mayor tiempo de recolección.
- Utiliza mayor cantidad de personal.

- **Método Intradomiciliario**

El método consiste en entrar en el domicilio de la persona que solicita el servicio, hasta el lugar donde se localizan los RSU, de ahí son llevados al vehículo recolector por el prestador del servicio.

- ✓ **Ventajas**

- Mejora la percepción de calidad del servicio.

- ✓ **Desventajas**

- Requiere un elevado tiempo de recolección.
- Utiliza mayor cantidad de personal.

- **Otros métodos de recolección**
- **Métodos combinados:** Dentro de una misma localidad se utilizan diferentes métodos de recolección, dadas las características particulares.
- **Recolección de residuos separados:** Cuando se presenta separación de residuos en fuente, es posible utilizar equipo especializado para su recolección.
- **Centros de acopio:** Se presenta cuando los usuarios transportan los residuos separados a una instalación de la que se distribuyen para su reciclado (Enrique, B., 2006).

1.6.3.3.4 Consideraciones

Para hacer más ágil y eficiente la etapa de recolección se recomienda tener un enfoque sistémico y hacer caso a algunas sugerencias.

Al seleccionar un método de recolección, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Costos asociados a cada uno de los métodos.
- Características particulares de la localidad.
- Hábitos de la población.
- Programas sociales existentes.
- Utilización de varios métodos de recolección.

1.6.3.3.5 Aspectos a considerar en las rutas de recolección

En la etapa de recolección se pueden tener contratiempos, errores y adversidades, destacan:

- Tráfico en la ruta.
- Condiciones de los caminos.
- Las rutas no deben de estar fragmentadas.
- Cada ruta deberá ser compacta, atacando un área geográfica y estar balanceada.
- El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.

1.6.3.4 Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos

En esta etapa se incluyen todas las técnicas y el equipo que se emplean para recuperar materiales, mejorar la eficiencia de la disposición o favorecer la conversión de la basura, mismos que serán tratados más adelante. La selección del proceso depende de su costo, precio de venta, el mercado y la tecnología disponible, por lo que es muy variable.

Los métodos utilizados actualmente para recuperar los materiales residuales separados en origen incluyen la recogida en acera y la entrega voluntaria de materiales separados, por parte de los residentes, a centros de recogida selectiva y de recompra. La separación y procesamiento adicional de residuos no seleccionados normalmente se produce en instalaciones de recuperación de materiales (IRM) (Tchobanoglous, y otros, 2000).

Se utilizan procesos de transformación química y biológica para reducir el volumen y el peso de los residuos que necesitan su evacuación, y para recuperar productos

de conversión y energía. El proceso de transformación química que se utiliza es la incineración, en cambio el compostaje es el proceso biológico más utilizado.

Los residuos que han sido separados en origen tienen que ser recogidos antes de poder ser reciclados. Los métodos principales utilizados actualmente para la recogida de estos materiales incluyen:

- **Centros de recogida selectiva:** Requiere que los residentes separen los materiales reciclables en origen y los lleven a un centro específico de recogida.
- **Centros de recompra:** La recompra se refiere a un centro de recogida selectiva pero a diferencia de estos, el residente que transporta sus residuos a estas instalaciones, recibe un incentivo monetario.

Como se mencionaba en el apartado Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen, la separación de residuos en origen normalmente se consigue por métodos manuales, pero aunque los materiales residuales hayan sido separados en origen, muy probablemente se necesitara un procesamiento o separación adicional antes de poder reciclar o reutilizar estos materiales.

Las IRM se utilizan principalmente para el procesamiento adicional de los residuos separados en origen obtenidos a partir de distintos métodos de recogida, la separación y recuperación de materiales reutilizables de RSU no separados en el origen y mejoras en la calidad de los materiales residuales recuperados. Una IRM puede funcionar como una instalación centralizada para la separación, limpieza, embalaje y transporte de grandes volúmenes de materiales recuperados de los RSU (Tchobanoglous, y otros, 2000).

La separación de materiales residuales de RSU puede conseguirse manualmente o mecánicamente. La separación manual se aplica más frecuentemente en el punto de generación, en cambio la separación mecánica se realiza a través de maquinaria, por lo general en las IRM, realizando procesos unitarios (tabla 1.6.3.4. (1)), aunque muy pocas funcionan al 100 %, generalmente por problemas mecánicos en el equipo.

Tabla 1.6.3.4. (1): Procesos unitarios para la separación mecánica de residuos materiales.

Artículo	Función	Reprocesamiento
Trituración en molinos de martillo	Reducción en tamaño en los residuos	Separación de artículos voluminosos grandes y contaminantes.
Trituración en molinos batidores	Reducción en tamaño, rompen cualquier tipo de residuo	Separación de artículos voluminosos grandes y contaminantes
Trituración en trituradora de vidrio y madera	Reducción en tamaño, rompen cualquier tipo de residuo	Separación de artículos voluminosos grandes, contaminantes y otros materiales.
Criba	Separación de material grueso y fino	Separación de artículos voluminosos grandes como trozos de cartón
Ciclón separador	Separación del material combustible ligero del flujo de aire	El material se separa del flujo de aire que contiene materiales combustibles ligeros
Separación por densidad (neumática)	Separación de materiales combustibles ligeros	Separación de artículos voluminosos grandes como trozos de cartón

Separación magnética	Separación del metal férreo	Separación de artículos voluminosos grandes
Compactación por embaladoras	Compactación en fardos (papel, plásticos, textiles, cartón)	Se utilizan embaladores para los componentes separados
Prensas para latas	Compactación de latas de aluminio y hojalata	Separación de artículos voluminosos grandes
Básculas de plataforma y pequeñas	Archivos de operación	

1.6.3.5 Transferencia y transporte

Este paso de la gestión de residuos sólidos, se refiere a los medios, instalaciones y accesorios utilizados para efectuar la transferencia de residuos desde un lugar a otro, normalmente más distante.

Los vehículos de recogida pequeños se transfieren a vehículos de mayor tamaño para transportar los RSU a distancias mayores, o bien, a una IRM, aunque es prudente mencionar que la transferencia también se puede efectuar en vehículos como trenes y barcos, de acuerdo con las características propias de cada comunidad.

La transferencia tiene como propósito reducir el número de viajes para llevar los residuos sólidos al lugar de tratamiento o disposición que, comúnmente, se localiza fuera de la ciudad. Normalmente la decisión de utilizar una operación de transferencia se basa en factores económicos (Tchobanoglous, y otros, 2000).

Cabe señalar que cuando las zonas de transferencia se ubican dentro de la ciudad se deben incorporar medidas que controlen el impacto ecológico y vial. Esto se logra instalando sistemas de captación de polvos, lavadores de malos olores, sistemas de control de ruidos, fumigación periódica de la fauna nociva y un diseño arquitectónico adecuado para evitar tanto el congestionamiento de tránsito como el deterioro de la imagen urbana.

Según el método utilizado, se pueden clasificar las estaciones de transferencia en tres tipos, mostrados en la tabla 1.6.3.5. (1):

Tabla 1.6.3.5. (1): Clasificación de las instalaciones de transferencia.

Tipo de estación de transferencia	Descripción	Clasificación
Carga directa	Los residuos en vehículos de recogida se vacían directamente en el vehículo utilizado para transportarlos a un lugar de evacuación final.	Estaciones de baja, mediana y alta capacidad con compactación y sin compactación.
Estación de transferencia de almacenamiento y carga	Se vacían los residuos en una fosa de almacenamiento desde la cual son cargados en vehículos de transporte mediante diversos tipos de equipamientos, a diferencia de las de carga directa, este tipo de estaciones están diseñadas para almacenar residuos de 1 a 3 días	Estación de transferencia de almacenamiento y carga con compactación y sin compactación
Estación de transferencia combinada de carga directa y descarga-carga	Cumplen más de una función, pues también realizan recuperación de materiales. Los vehículos que entran son pesados y pasan a la zona de descarga en caso de no tener residuos que pudieran ser reciclados, si es así pasan por un proceso de separación. Después de ser descargados los residuos son empujados hacia tolvas para la carga de remolques.	

Como dato, en la ciudad de México existen 13 estaciones distribuidas entre las diferentes delegaciones. La capacidad de las estaciones se encuentra entre 6 000 y 8 000 ton/d y tienen un radio de influencia de 7 km por estación. La técnica empleada para el transbordo se denomina carga directa a través de tolvas y ranuras (Jiménez, 2006).

1.6.3.6 Disposición final

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define disposición final como la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Existen varias opciones para la disposición final de los residuos sólidos:

Relleno sanitario tradicional: consiste en el depósito de residuos sólidos dentro de celdas que son compactadas. Posteriormente se cubren con tierra utilizando maquinaria pesada para la distribución, homogenización y compactación de los residuos.

Relleno seco: en este relleno los residuos son compactados en gran medida para reducir su volumen, Esto permite aumentar la vida útil del relleno pero prolonga el tiempo de descomposición de material orgánico.

Tratamiento mecánico-biológico: esta tecnología hace inertes los residuos antes de su disposición en el relleno para reducir el riesgo de contaminación del ambiente. El sistema realiza un pretratamiento de los residuos sólidos en dos fases: la mecánica y la biológica. La mecánica se realiza utilizando un tambor móvil o fijo que homogeniza los residuos. En la etapa biológica los residuos homogenizados se conforman en las pilas de descomposición aeróbica por hasta 9 meses, lo que

permite la minimización y eliminación de los elementos nocivos en la disposición final del material tratado. El tiempo necesario de monitoreo de posclausura se reduce a máximo 5 años.

Relleno sanitario manual: se utiliza para el manejo de residuos sólidos en áreas con densidades de población bajas. Su aplicación es permitida para rellenos con un ingreso de hasta 10 toneladas.

Relleno sanitario acelerado: en este tipo de relleno se recirculan los lixiviados previamente inoculados con agente enzimáticos; esto acelera el proceso de a depositar residuos en las celdas minadas.

Relleno sanitario con recuperación de biogás: en estos sitios se recupera el gas metano para aprovechar su poder calórico en la generación de electricidad. Este tipo de relleno sólo es utilizado si la recuperación de metano es factible económicamente (Rivera, 2005).

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 sustituyó la norma NOM-083-ECOL-1996 y entró en vigor el 20 de diciembre de 2004. Esta norma clasifica a los sitios de disposición final de acuerdo a la cantidad de residuos que ingresan al día, lo cual se muestra en la tabla 1.6.3.6. (1).

Tabla 1.6.3.6. (1): Categorías de los sitios de disposición final.

Tipo	Tonelaje recibido por día
A	Mayor a 100
B	De 50 a 100
C	De 10 a 50
D	Menor a 10

Fuente: (SEMARNAT, 2003).

La misma norma establece que los sitios de disposición final no deben ubicarse en áreas naturales protegidas, manglares, pantanos, humedales, planicies fluviales, recarga de acuíferos, fallas geológicas o zonas de inundación. Además, estos sitios deben estar ubicados a una distancia mínima de 500 metros de la traza urbana, de los cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos, lagunas y pozos de abastecimiento de agua.

En el sitio de disposición final debe realizarse la extracción, captación, conducción y control de lixiviados y biogás que se generen, asimismo, se debe contar con un drenaje pluvial y un paracaídas de emergencia para la recepción de residuos. También se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. De igual forma, en el sitio se debe contar con un manual de operación, un control de registro y un informe mensual de actividades. Además de lo anterior, la compactación de residuos, la construcción de obras complementarias y los estudios y análisis se realizarán de acuerdo a la categoría a la cual pertenezcan los sitios.

1.6.4 Efectos de los RSU

La presencia de los residuos sólidos es desagradable y por tal razón la gente tienen a alejarlos de sus casas y gran parte lo hace desalojándolos en la vía pública. Entonces esto puede ser una razón potencial para que se formen los tiraderos clandestinos o a cielo abierto, que son sitios inadecuados de disposición final de residuos y que tienen una repercusión negativa en la sociedad y el ambiente. A continuación la tabla 1.6.4. (1) nos muestra los efectos que tienen los RSU en diferentes áreas.

Tabla 1.6.4. (1): Efectos de los RSU en la salud.

Fuente de contaminación	Efectos sobre la salud
Bacterias	<ul style="list-style-type: none">• Epidemias de infecciones gastrointestinales• Interacción con desnutrición y nitratos en el agua
Virus	<ul style="list-style-type: none">• Hepatitis y otras infecciones virales• Transtornos de la piel
Parásitos	<ul style="list-style-type: none">• Amibiasis y otras infecciones parasitarias
Metales	<ul style="list-style-type: none">• Intoxicación por mercurio, cromo, cadmio, arsénico y plomo

Fuente: (SEMARNAT, 2003).

El uso de terrenos como tiraderos clandestinos o sitios de disposición final inadecuados representa la pérdida de suelos cultivables y disminuye a su vez el valor de los terrenos colindantes, esto finalmente se traduce en pérdidas económicas para los respectivos dueños. De igual forma, la contaminación de cuerpos de agua por residuos imposibilita su aprovechamiento y provoca también pérdidas económicas.

Así pues, un manejo y disposición inadecuados de los residuos sólidos conllevará implícitamente daños al ambiente, a la salud y la economía (Rivera, 2005)

Ahora que el lector ha conocido a fondo el proceso de gestión integral de residuos sólidos urbanos, podrá comprender con más facilidad el contenido de los capítulos subsecuentes de este trabajo, donde se abordará más específicamente el proceso pero dentro de un área específica, en este caso la colonia Ampliación Santa Julia en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

**Capítulo II:
Descripción de la
zona de estudio y
metodología de
investigación**

2. Apunte geopolítico de la zona de estudio

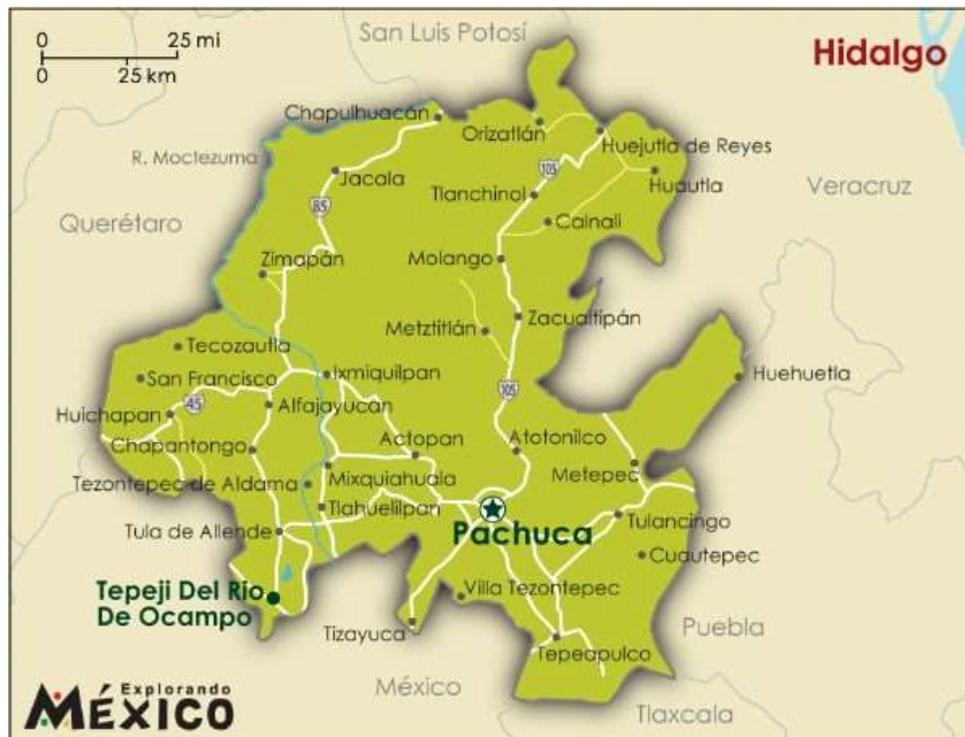
El **Estado de Hidalgo** es uno de los 31 estados que, junto con el Distrito Federal, conforman las 32 entidades federativas de México. Cuenta con 84 municipios y su capital y ciudad más poblada es, Pachuca de Soto.

Se ubica en la región centro-oriental de México.

Según el último censo disponible (INEGI, 2010) el estado tiene una población total de 2 665 018, el 2.3% del total del país. De los cuales 1 379 796 son mujeres y 1 285 222 son hombres.

Las ciudades consideradas como más importantes del estado son Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Tula de Allende, Tizayuca, Tepeji del Río, Actopan, Apan, Huejutla de Reyes, Ciudad Sahagún, Ixmiquilpan, Huichapan y Pachuquilla.

Figura 2 (1): Mapa del Estado de Hidalgo.



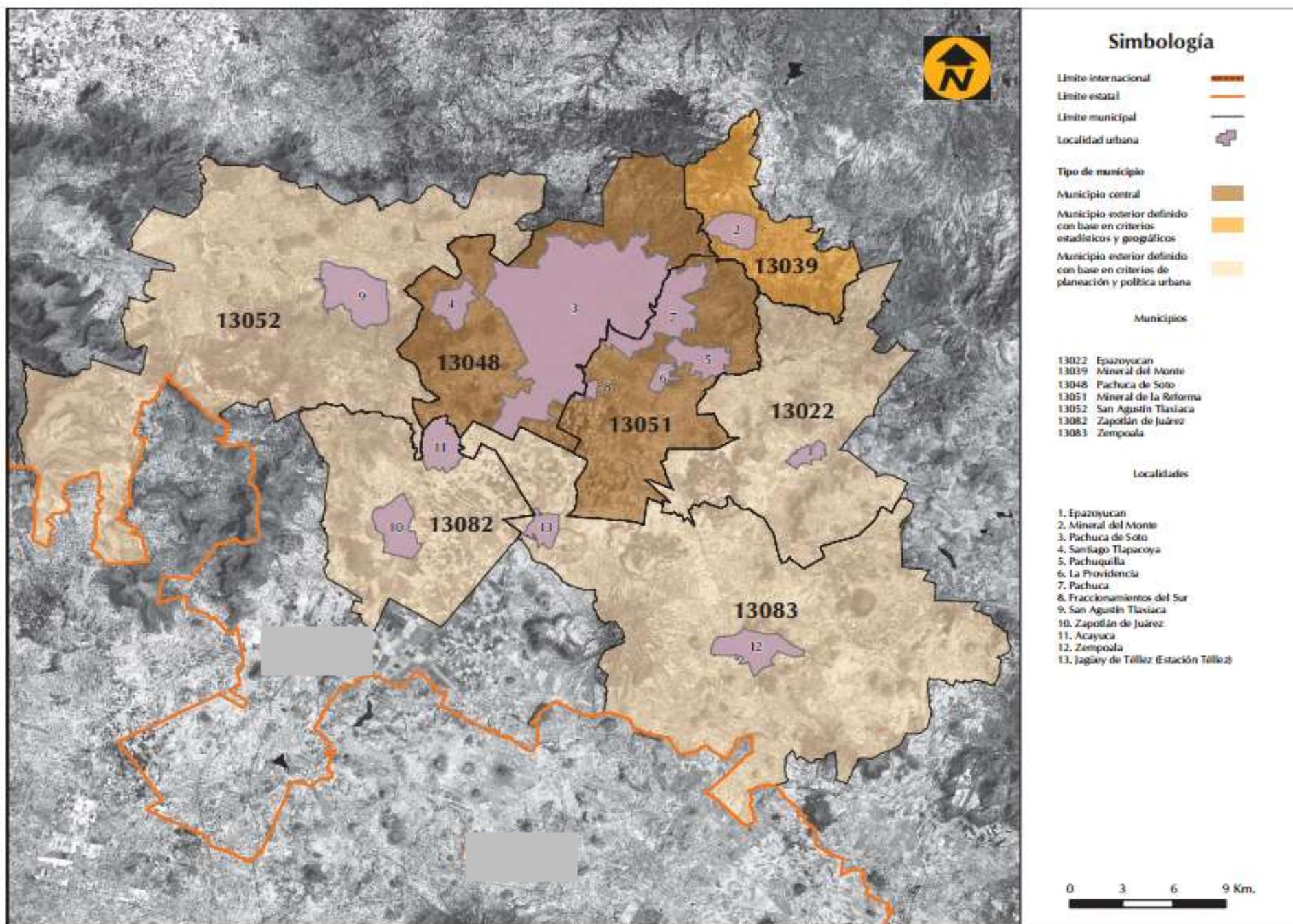
Fuente: (INEGI, 2000).

La conurbación urbana más importante del estado es la **Zona Metropolitana de Pachuca**, conformada por la ciudad mexicana de Pachuca de Soto, su municipio homónimo, y 6 municipios más del Estado de Hidalgo (Mineral del Monte, Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca, Epazoyucan, Zapotlán y Zempoala).

La zona metropolitana surgió a partir del gran crecimiento que ha tenido la ciudad en los últimos 10 años, debido a la cercanía de la Ciudad de México, el crecimiento urbano comenzó a invadir otros municipios, ocupando zonas agrícolas y ejidales. Además aunado a esto Pachuca cuenta con poca extensión territorial comparado con los municipios aledaños.

La zona metropolitana de acuerdo a las cifras dadas por el Censo de Población y Vivienda 2010, cuenta con una población de 511 981 habitantes y una superficie de 1202 km².³ El 19.2 por ciento de la población del estado de Hidalgo vive en esta zona metropolitana, y en esta zona habitan dos de cada diez hidalguenses (ver Figura 2 (2)).

Figura 2 (2): Mapa de zona metropolitana de Pachuca de Soto.



Fuente: (INEGI, 2005).

2.1 Municipio de Pachuca de Soto

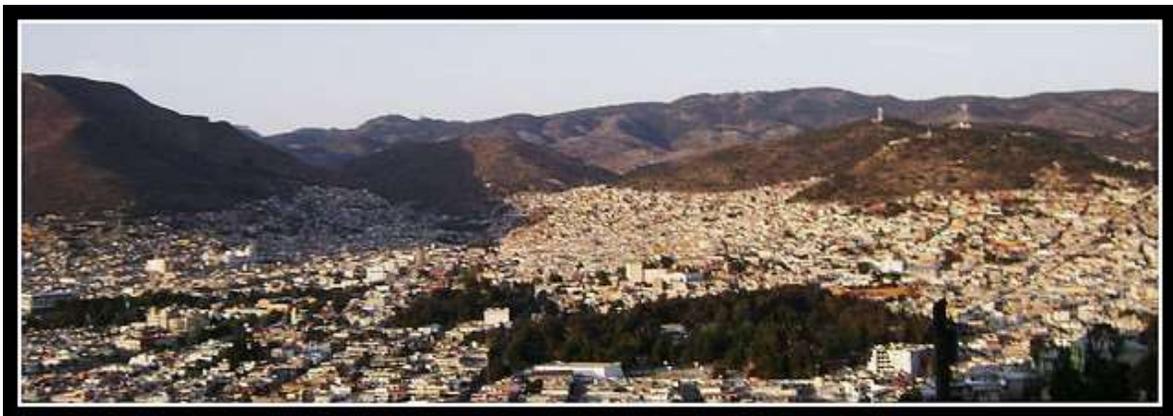
2.1.1. Aspectos geográficos

Pachuca, ciudad capital de nuestro estado de Hidalgo, está ubicada a 96 km al norte de la Ciudad de México, le corresponden coordenadas de latitud norte 20°, 07" y 21", de longitud oeste 98°, 44" y 09", con una altura de 2,400 a 2,800 metros sobre el nivel del mar.

La ciudad de Pachuca de Soto colinda al: Norte con Mineral del Chico y con Mineral del Monte, al sur con Zempoala y Zapotlán de Juárez; al este con Mineral de la Reforma y Epazoyucan, y al oeste con San Agustín Tlaxiaca.

Pachuca se localiza dentro de la cuenca del Río Pánuco (se muestra una foto panorámica en la Figura 2.1.1. (1)). En general, carece de mantos acuáticos y lo más prevaeciente en la ciudad son las corrientes superficiales continuas, debido a que las precipitaciones pluviales son escasas; a pesar de ello, se forman diversos cauces intermitentes que han sido aprovechados para drenar las aguas negras de las localidades, de igual manera se forman algunos cuerpos de agua de menor relevancia, los cuales son utilizados principalmente para actividades recreativas, y en menor grado para abastecimiento de agua potable (INEGI, 2009) .

Figura 2.1.1. (1): Panorámica de la ciudad de Pachuca de Soto.



Fuente: (Wikipedia Commons, 2008).

Pachuca tiene un clima semi-árido, es frío con fuertes lluvias y granizo ocasional durante los meses de verano y las condiciones secas durante el invierno. Se considera como una ciudad con temperatura templada (H. Ayuntamiento de Pachuca & et.al. , 2009).

La temperatura atmosférica promedio es de 14 °C; siendo en el mes de mayo con la máxima con una temperatura promedio y diciembre y enero los meses con la mínima con una temperatura promedio. Su precipitación pluvial se ubica en los 342 millones de metros cúbicos, de los cuales más del 70 % se pierde por evaporación.

Durante gran parte del año, la ciudad es escenario de fuertes vientos, son dominantes durante 8 o 9 meses del año, la dirección de los vientos es de norte a sur y de noreste a suroeste con una velocidad promedio de 22 a 24 m/s; teniendo una velocidad extrema de 60 a 75 kilómetros por hora (H. Ayuntamiento de Pachuca & et.al. , 2009).

2.1.2 Población

La localidad de Pachuca de Soto con 256 584 habitantes. A nivel municipal tiene una población de 267 862 habitantes de acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI tiene una densidad de población de 1738.2 habitantes por km². Concentra el 10.05 % de la población total del Estado de Hidalgo. Cuenta con una población de 127 236 hombres y 140 626 mujeres. Pachuca de Soto es una región joven al reflejar que el 52% de su población es menor a 29 años (INEGI, 2010).

Según el censo de 2010, de los 276 862 habitantes, 76.6 % son personas originarias de la entidad, el resto son inmigrantes de otras entidades (20.9 %), del extranjero (0.5 %) y no especificado (2.0 %) (H. Ayuntamiento de Pachuca & et.al. , 2009).

El total de ocupantes de viviendas particulares en 2010 es de 72 903, con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda. En general, para la construcción de la vivienda se usan el techo, las paredes y pisos de cemento, aunque no dejan de

existir algunas localidades cuyas construcciones tienen, en su mayoría, techos de lámina y pisos de tierra (INEGI, 2010).

En 2010 en Pachuca, cerca de 8000 viviendas se calificaron por la Secretaría Desarrollo Social como “hogares pobres”. De acuerdo a esta información, son 31 los barrios y colonias que presentan casos de rezago social, pobreza y marginación entre los que se encuentran: El Bordo, Camelia, San Miguel Cerezo, El Huixmí, Pitahayas, Santiago Tlapacoya, Santa Gertrudis, Los Arcos, San Pedro, Ampliación San Antonio, Las Campanitas, Barrio del Judío (Collazo, 2010).

De acuerdo al Ayuntamiento de Pachuca, el territorio municipal de Pachuca se integra por: 51 colonias, 33 barrios, 22 fraccionamientos, y 11 comunidades (SEGOB, 2012). La ciudad comprende una extensión territorial de 163,73 km² (INEGI, 2010).

2.1.3 Servicios públicos de limpia

La recolección de basura correspondía al Departamento de Limpia, que forma parte de la Secretaría de Servicios Municipales, se invertía alrededor de 60 millones de pesos anuales en la recolección, contaba con 48 unidades, 320 trabajadores de los cuales 85 son empleados para recolección y 100 son barrenderos, distribuidos en 28 rutas de recolección. En Agosto de 2012 con el propósito de ahorrar recursos, se aprobó concesionar el servicio a la empresa CAMBIO VERDE S.A. de C.V..

También existen unidades particulares, un total de 25 unidades, las cuales hacen su recorrido de recolección los días que la concesión no lo hace; es decir, si la ruta de CAMBIO VERDE realiza sus recorridos martes y viernes, la ruta particular lo hace miércoles y sábados, o bien, los mismos días pero en la tarde.

Pachuca cuenta con un relleno sanitario que fue inaugurado en noviembre de 1996, antes de esta fecha, los residuos eran depositados en un tiradero a cielo abierto ubicado en la carretera México-Tuxpan, en un lugar conocido como Los Órganos.

El relleno sanitario está ubicado en la población de El Huixmí cuenta con una superficie de 19.5 ha, y opera para recibir la basura de la ciudad, y los desechos de los municipios de la zona metropolitana de Pachuca, dicho relleno sanitario recibe más de 400 toneladas de basura a diario.

En el relleno hay cuatro celdas, 3 de ellas clausuradas, la celda 4 es la que está en actual operación, con una superficie de 2 ha y 10 m de profundidad, las 3 celdas ya clausuradas cuentan con una capa de geomembrana, y la cuarta con una capa de tepetate y una cama hidráulica para evitar el escurrimiento; las cuatro celdas están adaptadas con respiraderos fabricados de castillos de acero y rellenos con piedras aunque se carece un sistema de captación del biogás generado. Se cuenta con tres máquinas para poder hacer los trabajos de compactación, extender la basura y tapar los residuos diariamente.

Los residuos recolectados provienen en un 72 % de los hogares, 12 % de mercados y rastros, 10 % de las industrias, y sólo un 6 % de los hospitales. Del total de los residuos sólidos colectados, el 52 % son de origen orgánico y el 48 % inorgánico, de los cuales la mayoría son pañales desechables, papel, cartón, PET, metal, vidrio y textiles (Juárez, 2012).

2.2 Descripción de la zona de estudio

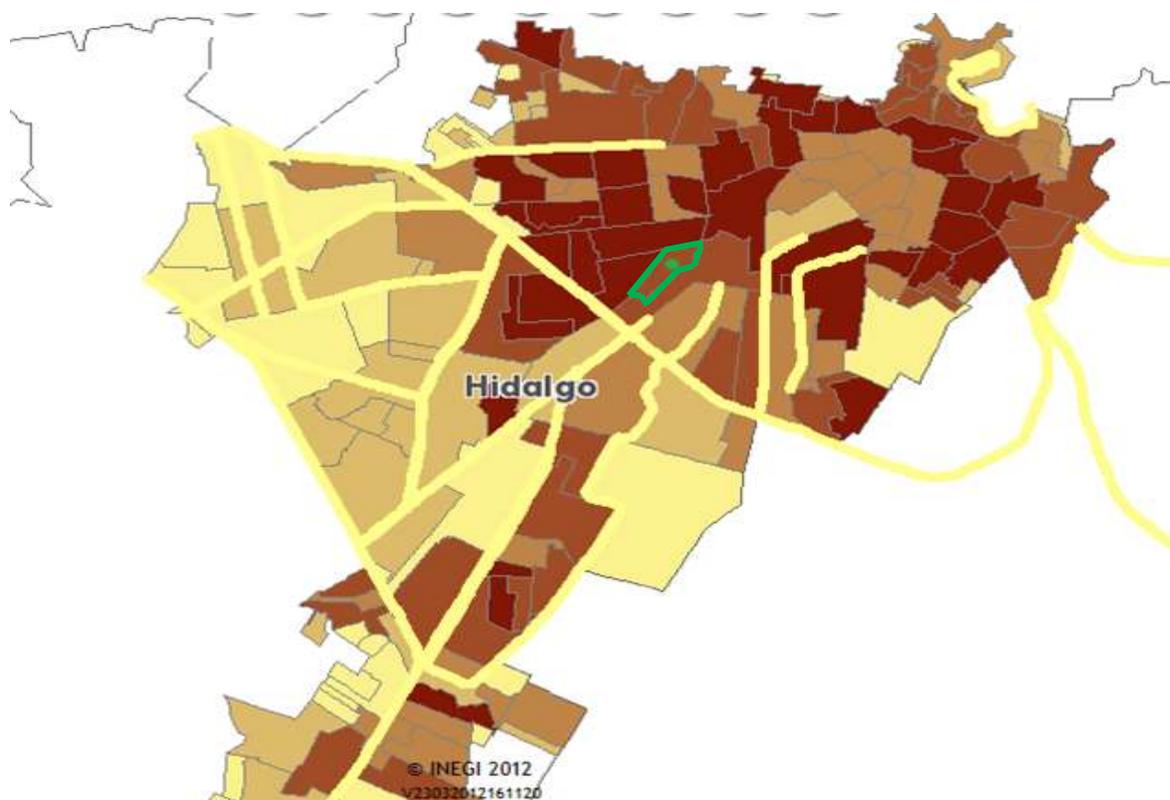
Ampliación Santa Julia es una colonia localizada en la zona central de la ciudad de Pachuca, si tomamos el centro histórico de la ciudad como referencia, estaría ubicada en dirección hacia el sur, ya que por curioso que parezca el centro histórico realmente se ubica al noreste de la ciudad.

En este caso, no se tomó en su totalidad la colonia, se escogió una área geoestadística básica (AGEB). Estas áreas las establece el INEGI al momento de realizar los censos poblacionales en 2010, las cuales tienen el fin de dividir la ciudad en áreas simplificadas con el fin de facilitar la labor de censar. Se determinó utilizar una AGEB ya que no se contaba con cifras confiables, además de que la zona

sufrió en meses recientes un acomodo en sus calles y límites, dicha área seleccionada abarcó las secciones 1 y 2 de Ampliación Santa Julia.

Además se considera la decisión en el sentido que el INEGI aporta información precisa en cuanto a la población, como número de habitantes, población ocupada, número de viviendas, etc. En la figura 2.2. (1) se ilustra con un punto de color verde la ubicación de la zona de estudio, y en la figura 2.2. (2) su ubicación en un mapa real, resaltando sus límites.

Figura 2.2. (1): Ubicación de la zona de estudio (mapa digital).



Fuente: (INEGI, 2012).

Simbología:

—: Límites de la zona de estudio.

Figura 2.2. (2): Mapa de la zona de estudio ilustrado en fotografía satelital.



En la tabla 2.2. (1) se muestran los indicadores, los cuales se consideran como importantes en la zona de estudio.

Tabla 2.2. (1): Indicadores poblacionales de la zona de estudio.

Indicador	Información
Población Total	2347
Población económicamente activa	1053
Número total de viviendas	766
Viviendas habitadas	646
Viviendas que cuentan con luz eléctrica	625
Viviendas que cuentan con agua entubada	625
Viviendas que disponen de drenaje	628
Grado de marginación considerado	Bajo

En general se considera a la zona de estudio como uniforme en cuanto a las actividades económicas, prácticamente está ocupada en su totalidad por casas habitación, descartando fuentes generadoras de residuos peligrosos como algún tipo de industria. La mayoría de la población es perteneciente a lo que consideramos como clase media, carece de fuentes generadoras de grandes masas de residuos como mercados o centros comerciales. La totalidad del área cuenta con calles pavimentadas, ya sea de concreto o asfalto (se ilustra un panorama general de una calle en la zona de estudio en la Figura 2.2. (3)), además de contar con red de drenaje, aunque por la misma problemática de la basura, en tiempos de lluvias su capacidad suele ser ineficiente.

Figura 2.2. (3): Ilustración que muestra un apilamiento clandestino de basura en Calle del Canal.



2.3 Metodología de investigación

En este apartado se define la metodología que servirá tanto para caracterizar los residuos sólidos urbanos en el origen, con el fin de determinar los porcentajes de cada uno de los RSU, así como la aplicación de herramientas estadísticas para obtener resultados precisos sobre el manejo de los RSU en el lugar de origen.

2.3.1 Método para determinar el origen de las pilas de basura clandestinas

Se buscará identificar en qué lugares de la zona de estudio se puede presentar una problemática referente a que la gente deposite sus residuos sólidos en días y horas donde no se brinda servicio de recolección, además de determinar si existen o no contenedores donde se pueden depositar debidamente estos residuos, todo esto con el objetivo de conocer las causas de por qué se presentan dichos apilamientos de basura, tal vez por deficiencias en los días y horarios de los camiones recolectores, rutas mal planeadas o simplemente costumbre de la gente que allí habita. Todo esto se realizará mediante observaciones en un periodo de tres

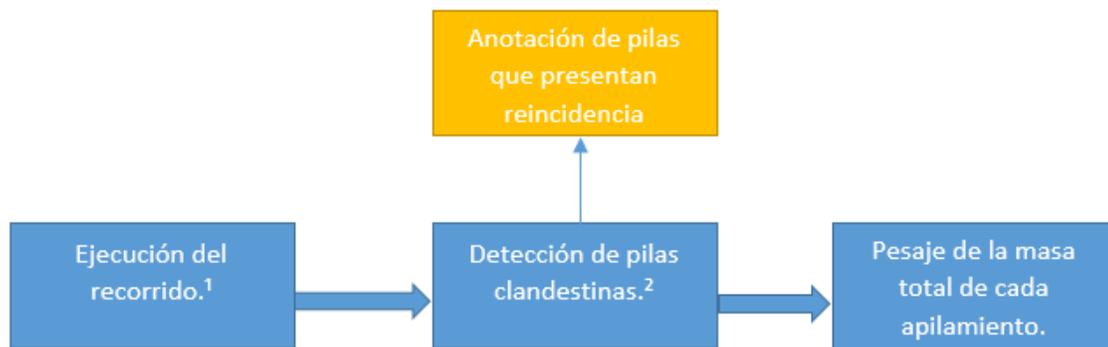
semanas tomando en cuenta sólo los días cuando no se realiza el servicio de recolección, es decir, lunes, miércoles, jueves, sábado y domingo.

Además se pesará la masa en su totalidad que se presenta en estos puntos ya identificados, se determinarán otros aspectos como el área promedio que es ocupada por las pilas detectadas y se evaluarán distintos inconvenientes que significa la presencia de los apilamientos para la población en general.

Es importante mencionar que se considera válido que la gente minutos antes de que la unidad recolectora haga su recorrido correspondiente en una ruta ya definida, deposite sus residuos fuera de sus casas o bien en un punto específico, cuando no es así, se considera que se presenta una pila clandestina de basura.

Este apartado es básico, ya que el presente estudio se enfoca en la masa que se deposita en las calles de manera indebida, por lo tanto la identificación de dichas pilas será clave para obtener resultados a futuro. En la Figura 2.3.1. (1) se ilustra en un flujograma la metodología mencionada.

Figura 2.3.1. (1): Flujograma ilustrativo de la metodología a utilizar para determinar el origen de las pilas clandestinas de basura localizadas en la zona de estudio.



1: Lunes, miércoles, jueves, sábado y domingo.

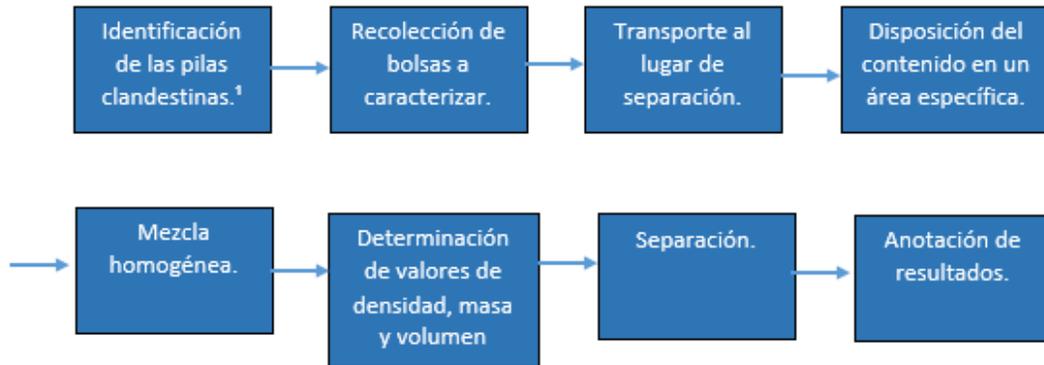
2: Periodo de 3 semanas.

2.3.2 Método para caracterizar los RSU

Será importante conocer la composición de dichas pilas, con el fin de saber qué porcentaje de cada componente de la basura depositada en las calles va a parar al vertedero, ya que estas pilas pueden contener residuos los cuales requieren de un posterior tratamiento antes de su disposición final, o bien, contener materiales que pueden ser reutilizables y/o reciclables. Es por eso que se realizará una separación en un tiempo establecido, pesando la masa total de residuos depositados en su totalidad de las pilas clandestinas anteriormente identificadas y posteriormente se clasificará dicha masa en los diferentes componentes que componen nuestro listado (Ver Figura 2.3.2. (1)). Como antecedente a esta metodología se cuenta con un trabajo realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México, titulado “Diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria”, llevado a cabo por un grupo de ingenieros de la misma casa de estudios, el cual tomó en cuenta de forma aleatoria 21 de los 270 contenedores que existían en ese momento en Ciudad Universitaria, realizando caracterización de residuos sólidos durante 5 días (lunes a viernes) (Reyes, y otros, 1996).

Es importante mencionar que en la mayoría de los estudios, el método para la caracterización de residuos sólidos se basa en la **NORMA MEXICANA NMX-AA-15-1985**, la cual establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales, complementándose con la **NORMA MEXICANA NMX-AA-61-1985**, la cual se encarga de describirnos la ejecución del método para obtener resultados precisos sobre la composición de cierta masa de residuos sólidos. Dicho método tiene un enfoque orientado más precisamente a casas habitación, por lo que el investigador considera que en este caso no es aplicable, ya que los objetivos que persigue el presente estudio se enfoca principalmente al cálculo de masa que se dispone clandestinamente en las calles de la zona donde se hace el trabajo. Por tal razón se opta por descartarla.

Figura 2.3.2. (1): Flujograma donde se describe la metodología a emplear para la caracterización parcial de RSU de las pilas clandestinas anteriormente detectadas en la zona de estudio.



1: Periodo del 7 al 22 de Septiembre del 2013.

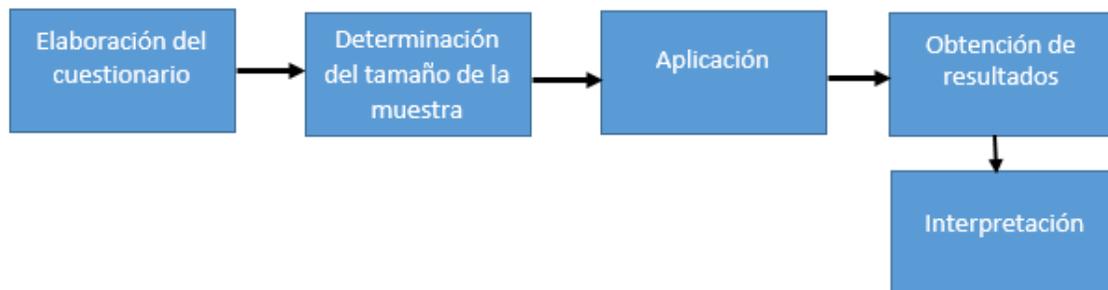
2.3.3 Método para evaluar servicio de recolección

Se sabe que la población que habita en la zona de estudio es la que tiene la posibilidad de evaluar con más exactitud el servicio de recolección que se brinda, al tener contacto directo con el personal que brinda dicho servicio. Por tal razón, se decide aplicar un cierto número de cuestionarios, basándose la cantidad total en la siguiente fórmula estadística:

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Además se investigarán los recorridos que realizan cada una de las unidades en la zona de estudio los días de recolección, con el fin de determinar si abarcan en su totalidad el área, además se evaluará su periodicidad y obtener información de otros aspectos como calidad de servicio, método empleado durante la recolección, manejo adecuado de la capacidad de cada una de las unidades, etc.

Figura 2.3.3. (1): Flujograma que describe la metodología empleada para la evaluación del servicio de recolección de parte de los residentes de la zona de estudio.



Como se mencionaba, el número de cuestionarios se basó en la siguiente fórmula:

$$\text{Número de cuestionarios} = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo

k: constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95.5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4.5 %.

Los valores de k se obtienen de la tabla de la distribución normal estándar N (0.1).

La tabla 2.3.3. (1) muestra los valores de *k* más utilizados y sus niveles de confianza.

Tabla 2.3.3. (1): Valores de k.

Valor de k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
Nivel de confianza %	75	80	85	90	95	97.5	99

p : proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura. q : proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

Se ha explicado la metodología y se abordó a grandes rasgos la ubicación de la zona de estudio así como características generales de la misma, así el lector se puede adentrar más en el conocimiento de la zona de estudio y darse una idea de la magnitud trabajo de campo que se efectuará.

Capítulo III:
**Aplicación de la
metodología de
investigación**

Enseguida se describe cómo se fue aplicando la metodología de investigación y algunos pormenores.

3.1 Identificación de pilas clandestinas

Conforme a la figura 2.3.1 se describe el método para la identificación de los apilamientos clandestinos. En este primer paso se realizaron recorridos en la zona de estudio los días lunes, miércoles, jueves, sábado y domingo, con el fin de detectar puntos donde hay algún apilamiento de basura fuera de los días en que se realiza la recolección por parte del servicio de limpia de la empresa Cambio Verde, por tal razón se excluyen los días martes y viernes, días en que se realiza dicha labor.

Para dichos recorridos se utilizó una bicicleta. La zona de estudio no es muy grande y este método de transporte es bastante flexible, ya que las calles son muy angostas y poco transitadas, lo cual no representa algún riesgo mayor. Como instrumentos de trabajo sólo se utilizó un teléfono celular con cámara para fotografiar las evidencias, un formato para anotar las pilas clandestinas presentadas, lapicero, una báscula de gancho manual (la cual para este trabajo de campo es más práctica que una electrónica) y un tablero para las anotaciones.

Figura 3.1. (1): Báscula de mano utilizada para el pesaje total de todas y cada una de las pilas clandestinas estudiadas.



Después de identificar los puntos de apilamiento, se realizaba un pesaje de la masa de cada pila, todo esto se hizo durante un periodo de 3 semanas, que comprendió del viernes 5 de Julio al viernes 26 de Julio de 2013, esto quiere decir 21 días, se considera ese número de días con el fin de tener datos más confiables y realizar comparaciones ante una posible variación. Se tomó nota de las pilas donde se presentó reincidencia, identificándolas con el sobrenombre de “puntos rojos”.

Para el pesaje de la masa de cada una de las pilas se estableció un criterio de clasificación mostrado en la tabla 3.1. (1), en donde se adjuntan imágenes las cuales ilustran ejemplos de las bolsas que se utilizaron a criterio del investigador.

Tabla 3.1. (1): Clasificación de las bolsas ubicadas en los apilamientos clandestinos de la zona de estudio.

Tamaño de las bolsas	Muestras
<p>Chica (Ch.)</p> <p>Tamaño aproximado: 30x 25 cm</p>	
<p>Mediana (M.)</p> <p>Tamaño aproximado: 50 x 40 cm</p>	
<p>Grande (G.)</p> <p>Tamaño aproximado: 100 x 80 cm</p>	

El horario que se determinó para hacer los recorridos fue a las 4 a.m. de los días ya mencionados (sábado, domingo, lunes, miércoles y jueves). Se decidió hacerlo a esta hora, porque después de que se hicieron recorridos los días anteriores a la recolección por la tarde-noche, es decir, entre 7 p.m. y 8 p.m., se percató de que la gente, por ejemplo, depositaba residuos después de este horario, después de las 8 p.m. y si esto sucedía en días anteriores a la recolección (martes y viernes), ya no se podían obtener datos de esa masa ya que era recolectada por el camión a temprana hora. Por tal razón al muestrear a las 4 a.m., se podían obtener datos de toda la masa depositada un día anterior y además se evitaba pesar las bolsas que eran depositadas minutos antes de que pasara el camión recolector, recordemos que si es depositada sólo momentos antes de que la unidad haga su recorrido se considera válido, es decir, estas bolsas no se consideran dentro de los apilamientos clandestinos.

Se realizaron los recorridos, se identificaron los puntos de apilamiento y se realizaron las anotaciones correspondientes, además se calculó el área invadida por las bolsas de basuras depositadas en estos apilamientos. Posteriormente, estos resultados se introducían a una hoja de cálculo en Excel 2013, donde era más fácil la manipulación de los datos para obtener promedios y totales.

3.2 Caracterización de los residuos recolectados

Posteriormente a la identificación de los apilamientos clandestinos y de acuerdo a la figura 2.3.2, se consideró de vital importancia conocer la composición de los residuos ahí depositados.

Por tal razón, se decidió efectuar un muestreo del día sábado 7 de Septiembre al día 22 de Septiembre de 2013, estos muestreos se realizaban todos los días, exceptuando desde luego los días martes y viernes, se recuerda que esos días se realiza la recolección por parte de las unidades de la empresa Cambio Verde, el horario que se tomaba para recoger la basura depositada en dichos lugares fue alrededor de las 16:00 horas, se decidió escoger dicho horario ya que efectuar la

separación requería de un trabajo arduo y tomaba aproximadamente un lapso de 2 a 3 horas.

Las masas eran variables, teniendo un mayor apilamiento los días anteriores a la recolección, es decir, lunes y jueves. Se elaboró un listado (ver anexo 1), donde se presenta una clasificación que muestra los principales componentes de residuos que se pueden encontrar. Dicho formato se llenaba día con día, primero de forma manual y posteriormente se pasaba la información a la hoja de cálculo en Excel para procesar toda la información ahí presentada.

Para el pesaje se utilizó una báscula electrónica Torrey con capacidad de 20 kg, aquí se descarta el uso de la báscula manual de gancho, ya que en este caso, ya se dispone con una fuente de energía eléctrica y se trabaja en un lugar fijo donde no hay necesidad de transportar la báscula a diferentes lugares.

Figura 3.2. (1): Báscula Torrey electrónica con capacidad de 40 kilogramos, utilizada en la caracterización parcial de RSU.



Se introdujeron los datos en las hojas de cálculo, se determinaron las masas totales de cada día sumando cada uno de los componentes, además se determinó la densidad utilizando la conocida fórmula de masa/volumen.

El procedimiento para esta actividad fue el siguiente:

1. Se recolectaron las bolsas en su totalidad de cada pila clandestina previamente identificada y se transportaron al lugar donde serían separados e identificados sus componentes.
2. Se vació cada una de estas bolsas en un área extensa, aproximadamente de 5x5 metros, el área ocupada por la basura variaba según la cantidad de bolsas recogidas en el lugar.

Figura 3.2. (2): Pila homogénea de RSU, mezclada con pala.



3. Se hizo una mezcla homogénea de toda la basura, utilizando una pala.
4. Se determinó el valor de la densidad, utilizando un bote de 19 litros, se vertió la mezcla en el bote hasta llenarlo al tope, posteriormente se pesó. Para determinar el volumen del bote se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$V=\pi*R^2*h$$

5. Después de determinar la densidad de la mezcla, se procede a realizar la separación.

NOTA: En todo momento se utilizó protección como cubre bocas, guantes y sudadera de manga larga.

Figura 3.2. (3): Separación parcial de la pila en los diversos componentes ubicados en el formato que se presenta en el Anexo 1.



- 6.
7. Se anotaron manualmente los resultados en el formato (Anexo 1).
8. Se procede a introducir los resultados en hoja de cálculo para determinar los resultados.

Se repite el procedimiento todos los días señalados.

3.3 Evaluación del servicio de recolección

La figura 3.3. (1) muestra el cuestionario que se aplicó en la población (véase la metodología en figura 2.3.3):

Figura 3.3. (1): Formato del cuestionario que se aplicó para evaluar diversos aspectos de la recolección.

Fecha:	Edad encuestado:	No. Encuesta:
Lugar residencia:	Nivel Socioeconómico:	Sexo:
Nivel académico:		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ () NO ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio ()
Fierro ()
Cartón ()
Plástico PET ()
Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno ()
Regular ()
Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico momentos antes de que pase el camión

()

Llevo mis residuos a un punto específico días antes de que pase el camión ()

El operador del camión acude a mi vivienda ()

Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre ()

A veces ()

Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()

Compactarla ()

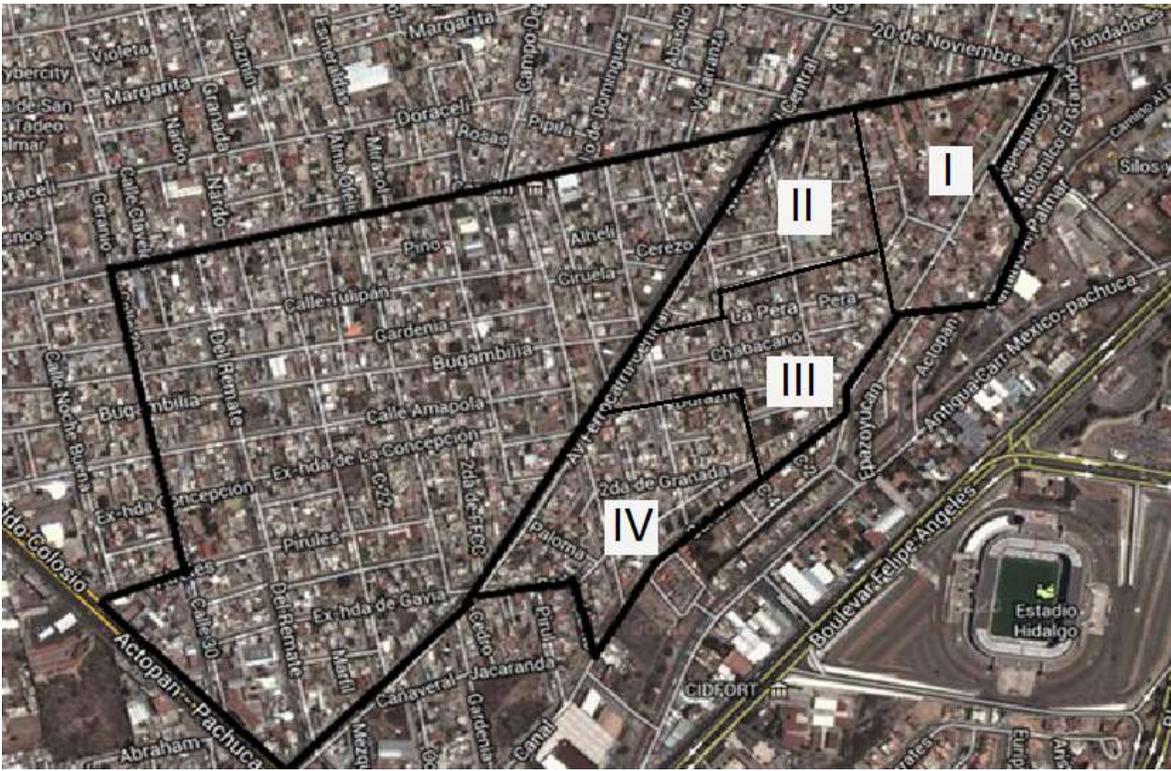
Triturarla ()

Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Los cuestionarios se aplicaron el día 5 de octubre de 2013, además no se aplicaron específicamente en algún lugar, sino que se determinó dividir la zona de estudio en 4 cuadrantes, sobre los cuales se aplicaría la cuarta parte del total de los cuestionarios en cada uno de estos cuadrantes, sobre cada cuadrante los cuestionarios se aplicarían aleatoriamente, así abarcaríamos la totalidad del área. Se trata de obtener una muestra aleatoria que abarque el total de la zona de estudio. Se muestra la división del área en la Figura 3.3. (1)

Figura 3.3. (2): División de la zona de estudio para la aplicación de los cuestionarios, se muestran cada uno de los cuadrantes.



Para calcular el número de cuestionarios a aplicar en nuestra encuesta, se tomaron los siguientes valores:

N=2347

K=90 %=1.65

p= 0.5

q=0.5

e=0.1

Se puede sustituir en la fórmula:

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q} = \frac{(1.65^2)(2347)(0.5)(0.5)}{0.1^2(2347-1) + 1.65^2(0.5)(0.5)} = \mathbf{66.2 \text{ cuestionarios}}$$

Redondeando obtenemos el valor final: 67 cuestionarios.

Para su aplicación se tomaron en cuenta algunos aspectos en especial para aportar información estadística, éstos son: sexo, nivel socioeconómico, edad y nivel académico. La única restricción fue aplicar los cuestionarios en el cuadrante que correspondía. Se dividió el total entre los 4 cuadrantes, es decir, 17 cuestionarios por cuadrante.

Después de aplicar los cuestionarios, fue fundamental conocer cuántas unidades recolectoras de RSU operaban en la zona de estudio, así como la ruta que las mismas seguían en los días que realizaban su recorrido y otros pormenores. Toda esta información se presenta en el siguiente capítulo, obtenida de la empresa Cambio Verde S.A. de C.V., que es la que actualmente ejecuta la tarea.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Simbología:



: Puntos detectados como apilamientos legales.



: Puntos detectados como apilamientos clandestinos.

En el anexo 2 se incluyen los mapas de los 7 días de cada una de las 3 semanas. En cada uno de ellos se puede apreciar la situación que se presentó día a día.

Como se puede apreciar en el mapa, la calle que presenta más problemática es Del Canal y Calle 2, con dos apilamientos clandestinos cada una, las calles 14, 8, 4, y 2 también presentan apilamientos, pero sólo los días que se realiza la recolección.

Es muy claro que sobre la avenida principal que es Ferrocarril Central no se detectó ningún apilamiento, a excepción de un día, que se encontró una pequeña cantidad de bolsas, pero esto fue sobre día de recolección. La razón de todo esto es que por Ferrocarril Central, al menos en ese tramo de la zona que se estudia, no hace recorrido ninguna unidad recolectora, las rutas pasan por calles secundarias ubicadas entre calle del canal y la misma Avenida Ferrocarril Central.

Otro aspecto que llama la atención es que en la sección de INFONAVIT Santa Julia que abarcó el recorrido que se hacía día con día, no se detectó ni un solo apilamiento, una de las razones principales es que en esa colonia, para llegar a algunas viviendas no existen calles, sino pasadizos o pequeños caminos, desde luego pavimentados, pero no con el tamaño suficiente para que la unidad recolectora entre hasta esos lugares, entonces los habitantes de esa colonia llevan sus residuos a las calles que separan Santa Julia segunda Sección e INFONAVIT Santa Julia, que es la calle 2 y del Canal, donde el camión sí hace el recorrido, entonces por esa razón, en dichas calles se presenta la problemática antes mencionada de tener apilamientos clandestinos o sólo el día de la recolección. Otra razón por la cual los habitantes de INFONAVIT Santa Julia se ven en la necesidad de depositar sus residuos en dichas calles es que se carece de contenedores.

A continuación se presentan las tablas de cada semana donde muestran cuando se detectaron pilas, tanto clandestinas como apilamientos donde la gente depositaba sus residuos los días de recolección en cierto punto, esto se conoce como método combinado de recolección, ya que se aprecia el método de acera y el método de esquina fija, explicados en el capítulo 1.

Después de la identificación de las pilas clandestinas, se procedió a realizar el pesaje. Las tablas posteriores también indican el número de bolsas muestreadas, su tamaño y la masa que contenían en su interior.

Tabla 4.1. (1): Aparición de pilas clandestinas durante la primera semana de observación (5-12 de Julio de 2013).

Ubicación de las pilas	Día							
	Viernes 5	Sábado 6	Domingo 7	Lunes 8	Martes 9	Miércoles 10	Jueves 11	Viernes 12
F.F.C.C y Paloma	X							
Calle 8 y 2da de granada	X				X			x
Calle 8 y 1ra de granada	X				X			x
Calle 4 y Durazno	X				X			x
Calle 8 y Durazno	X				X			x
Calle 8 y Chabacano	X				X			x
Calle 2 y Chabacano	X				X			x
Calle 2 y Durazno	X				X			x
Calle 2 y Pera	X	X	X	X	x	X	x	x
Calle 4 y Pera	X				x			x
Calle 2 y Del. Agraria	X	X	X	X	x	X	x	x
Calle 2 y San Vicente	X				x			x
Calle 4 y Del canal	X	X	X	X	x	x	x	x
Calle 4 y Promotora Agraria	X				x			x
Calle 14 y 2da de Granada	X				x			x
Canal y Álamo	X			X	x	x	x	x
Canal y Calle 14	X				x			x

En la tabla anterior se puede observar reincidencia en 4 puntos, aunque no en los mismos días, la pila de Canal y Álamo se presenta sólo en dos ocasiones mientras que las tres restantes se presentan en 4 ocasiones.

Tabla 4.1. (2): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).

Pila Canal y Calle 4				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 6	2	Ch.	8.0	13.0
		G.	5.0	
Domingo 7	0	-	0.0	0.0
Lunes 8	4	Ch.	1.5	10.0
		Ch.	1.5	
		M.	2.0	
		G.	5.0	
Miércoles 10	3	Ch.	1.0	6.5
		M.	2.0	
		M.	3.5	
Jueves 11	1	M.	2.0	2.0
Σ	10 bolsas			31.5

Como se comentaba, se omiten los días martes y viernes, ya que se realiza la recolección. Se pesó un total de 10 bolsas obteniendo una masa total de 31.5 kg, presentándose una mayor presencia de dichas bolsas el día lunes, aunque el día que se presentó una masa mayor fue el sábado debido al contenido de las bolsas, ya que contenían residuos de jardinería como tierra y hojas las cuales presentan una mayor densidad respecto a los demás componentes.

Tabla 4.1. (3): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).

Pila Delegación Agraria y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 6	3	G.	2.0	8.5
		M.	6.0	
		Ch.	0.5	
Domingo 7	0	-	0.0	0.0
Lunes 8	0	-	0.0	0.0
Miércoles 10	1	G.	3.5	3.5
Jueves 11	2	Ch.	1.0	3.5
		M.	2.5	
Σ	6 bolsas			15.5

En esta pila la presencia de bolsas es menor comparada con la anterior, sólo 6 bolsas obteniendo una masa total de 15.5 kg. Se repite el patrón de que sea el día sábado cuando mayor masa se presenta.

Tabla 4.1. (4): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).

Pila Calle Pera y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 6	5	Ch.	1.0	12.0
		Ch.	1.0	
		M.	3.0	
		G.	3.0	
		G.	4.0	
Domingo 7	0	-	0.0	0.0
Lunes 8	13	Ch.	1.0	59.5
		Ch.	1.0	
		Ch.	1.5	
		Ch.	1.5	
		Ch.	2.0	
		M.	4.0	
		M.	3.0	
		M.	2.5	
		M.	3.0	
		G.	3.0	
		G.	9.0	
		G.	3.0	
		G.	25.0	
Miércoles 10	6	Ch.	1.0	13.0
		Ch.	1.5	
		M.	2.0	
		M.	1.5	
		G.	4.0	
		G.	3.0	
Jueves 11	4	Ch.	1.0	20.0
		M.	2.0	
		M.	3.0	
		G.	14.0	
Σ	28 bolsas			104.5

Esta pila es la que arroja cifras más abultadas de las 4 clandestinas detectadas, ya que se contabilizaron 28 bolsas con una masa total de 104.5 kg, aquí el día en el que fue depositada una mayor cantidad de basura fue el lunes.

Tabla 4.1. (5): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 1 (5-12 de Julio de 2013).

Pila Canal y Álamo				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa(kg)	Masa total (kg)
Sábado 6	0	-	0.0	0.0
Domingo 7	0	-	0.0	0.0
Lunes 8	4	Ch.	2.0	17.0
		Ch.	7.0	
		M.	4.0	
		M.	4.0	
Miércoles 10	1	M.	2.5	2.5.0
Jueves 11	1	Ch.	1.5	1.5.0
Σ	6 bolsas			21.0

En la pila de Canal y Álamo se puede observar que el número de bolsas que se encontraron es reducido, aunque con una masa importante. Al igual que la tabla anterior es el día lunes cuando se presenta una mayor cantidad de masa, obteniendo un total de 21.0 kg.

Tabla 4.1. (6): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la primera semana (5-12 de Julio de 2013).

Promedio	
Ubicación de la pila	Masa Total (kg)
Canal y calle 4	31.5
Delegación Agraria y Calle 2	15.5
Pera y Calle 2	104.5
Canal y Álamo	21.0
Σ	172.5

Se muestra en la tabla 4.1. (6), cada uno de los 4 pesajes, teniendo en Pera y Calle 2 el mayor punto de apilamiento con una abrumadora mayoría, 104.5 kg, y obteniendo una masa total de 172.5 kg.

Tabla 4.1. (7): Aparición de pilas clandestinas durante la segunda semana de observación (13-19 de Julio de 2013).

Ubicación de las pilas	Día						
	Sábado 13	Domingo 14	Lunes 15	Martes 16	Miércoles 17	Jueves 18	Viernes 19
F.F.C.C y Paloma							
Calle 8 y 2da de granada				x			x
Calle 8 y 1ra de granada				x			x
Calle 4 y Durazno				x			x
Calle 8 y Durazno				x			x
Calle 8 y Chabacano				x			x
Calle 2 y Chabacano				x			x
Calle 2 y Durazno				x			x
Calle 2 y Pera	x	X	x	x	X	x	x
Calle 4 y Pera				x			x
Calle 2 y Del. Agraria	x	X	x	x	X	x	x
Calle 2 y San Vicente				x			x
Calle 4 y Del canal	x	X	x	x	x	x	x
Calle 4 y Promotora Agraria				x			x
Calle 14 y 2da de Granada				x			x
Canal y Álamo		X	x	x		x	x
Canal y Calle 14				x			x

Al igual que en la semana anterior, se repiten los 4 puntos de apilamiento clandestino, y es de llamar la atención que casi en los mismos días, sólo haciendo una excepción el día miércoles 17.

Tabla 4.1. (8): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).

Canal y calle 4				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 13	1	M.	3.0	3.0
Domingo 14	0	-	0.0	0.0
Lunes 15	2	M.	3.0	5.5
		M.	2.5	
Miércoles 17	3	Ch.	1.5	7.5
		M.	2.0	
		G.	4.0	
Domingo 18	1	M.	2.0	2.0
Σ	7 bolsas			18.0

Comparando con la semana anterior, se obtuvo un número menor de bolsas al igual que de kilogramos, además de que cambió el día donde se presenta una mayor cantidad de masa, esta vez, fue miércoles.

Tabla 4.1. (9): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).

Delegación Agraria y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 13	5	Ch.	1.0	9.0
		Ch.	1.5	
		M.	2.0	
		M.	2.0	
		M.	2.5	
Domingo 14	0	-	0.0	0.0
Lunes 15	1	M.	3.0	3.0
Miércoles 17	2	Ch.	1.0	4.0
		M.	3.0	
Jueves 18	3	Ch.	1.0	7.5
		M.	2.5	
		G.	4.0	
Σ	11 bolsas			23

Se muestra que el patrón del día que mayor cantidad de masa se presenta reincide, siendo el sábado, con 9.0 kg y obteniendo una masa total de 23.0 kg.

Tabla 4.1. (10): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).

Calle Pera y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa(kg)	Masa total (kg)
Sábado 13	7	Ch.	1.5	19.5
		Ch.	1.5	
		M.	1.5	
		M.	2.0	
		M.	2.0	
		M.	2.5	
		G.	8.5	
Domingo 14	0	-	0.0	0.0
Lunes 15	7	Ch.	1.0	27.0
		Ch.	1.0	
		Ch.	1.0	
		M.	2.0	
		M.	2.0	
		G.	9.0	
		G.	11.0	
Miércoles 17	3	Ch.	1.0	6.0
		M.	3.0	
		M.	2.0	
Jueves 18	7	Ch.	2.0	26.5
		Ch.	2.0	
		Ch.	1.0	
		Ch.	1.5	
		M.	3.0	
		M.	3.0	
		G.	14.0	
Σ	24 bolsas			79.0

Se confirma que es esta pila clandestina donde se presenta la mayor presencia de basura, comparada con las 3 restantes, aunque esta vez se presenta una cifra menor en lo que respecta al total de kg. Se encontraron un total de 24 bolsas, siendo lunes y jueves los días donde se presenta una mayor cantidad de masa aunque con cifras bastante similares, el mismo número de bolsas y sólo una diferencia de 0.5 kg.

Tabla 4.1. (11): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 2 (13-19 de Julio de 2013).

Canal y Álamo				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa(kg)	Masa total (kg)
Sábado 13	0	-	0.0	0.0
Domingo 14	2	G.	6.0	9.0
		M.	3.0	
Lunes 15	2	M.	2.0	5.0
		M.	3.0	
Miércoles 17	0	-	0.0	0.0
Jueves 18	4	Ch.	1.0	7.5
		Ch.	2.0	
		Ch.	1.5	
		M.	3.0	
Σ	8 bolsas			21.5

En esta tabla podemos observar algo que no se había repetido en los pesajes anteriores, es domingo el día donde se presenta la mayor cantidad de masa, aunque el total es bastante similar al pesaje de la semana pasada.

Tabla 4.1. (12): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la segunda semana (13-19 de Julio de 2013).

Promedio	
Pila	Masa Total (kg)
Canal y calle 4	18.0
Delegación Agraria y Calle 2	23.0
Pera y Calle 2	79.0
Canal y Álamo	21.5
Σ	141.5

Se observa que el total de kg en esta semana es menor al total anterior, principalmente debido a la pila de Pera y Calle 2 donde se pesó una masa considerablemente menor.

Tabla 4.1. (13): Aparición de pilas clandestinas durante la tercera semana de observación (20-26 de Julio de 2013).

Ubicación	Día						
	Sábado 20	Domingo 21	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26
F.F.C.C y Paloma							
Calle 8 y 2da de granada				X			x
Calle 8 y 1ra de granada				X			x
Calle 4 y Durazno				X			x
Calle 8 y Durazno				X			x
Calle 8 y Chabacano				X			x
Calle 2 y Chabacano				X			x
Calle 2 y Durazno				X			x
Calle 2 y Pera	X	x	x	X	x	x	x
Calle 4 y Pera				X			x
Calle 2 y Del. Agraria	X	x	x	X	x	x	x
Calle 2 y San Vicente				X			x
Calle 4 y Del canal		x	x	X	x	x	x
Calle 4 y Promotora Agraria				X			x
Calle 14 y 2da de Granada				X			x
Canal y Álamo			x	X	x	x	x
Canal y Calle 14				X			x

En la tabla 4.1. (13), se muestra que se vuelven a repetir los puntos de apilamiento y solo es uno o dos días los que cambian respecto a su reincidencia.

Tabla 4.1. (14): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Calle 4 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).

Pila canal y Calle 4				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 20	0	-	0.0	0.0
Domingo 21	2	Ch.	1.0	2.5
		Ch.	1.5	
Lunes 22	1	G.	4.5	4.5
Miércoles 23	1	M.	3.0	3.0
Jueves 24	2	Ch.	1.0	2.0
		Ch.	1.0	
Σ	6 bolsas			12.0

Comparando con las dos tablas anteriores en lo que respecta a este punto de apilamiento, es el de esta semana en el que menor cantidad de kg se tienen, sólo 12.0.

Tabla 4.1. (15): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Delegación Agraria y Calle 2 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).

Pila Delegación Agraria y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 20	3	M.	2.5	9.5
		G.	3.0	
		G.	4.0	
Domingo 21	1	Ch.	1.0	1.0
Lunes 22	1	M.	2.5	2.5
Miércoles 23	1	M.	4.0	4.0
Jueves 24	2	G.	4.0	7.0
		M.	3.0	
Σ	8 bolsas			24.0

A pesar de no ser la semana donde se presentaron mayor número de bolsas, es en esta misma donde se presentan la mayor cantidad de kg en esta pila, obteniendo un total de 24.0.

Tabla 4.1. (16): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Calle Pera y Calle 2 en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).

Pila Calle Pera y Calle 2				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 20	4	Ch.	1.0	14.0
		M.	2.0	
		M.	3.0	
		G.	8.0	
Domingo 21	0	-	0.0	0.0
Lunes 22	10	Ch.	1.0	45.0
		Ch.	1.0	
		Ch.	1.5	
		Ch.	2.0	
		M.	4.0	
		M.	3.0	
		M.	3.0	
		M.	4.0	
		G.	7.5	
		G.	18.0	
Miércoles 23	5	Ch.	1.0	12.0
		M.	2.0	
		M.	3.0	
		M.	3.0	
		M.	3.0	
Jueves 24	10	Ch.	1.0	34.0
		Ch.	1.0	
		Ch.	1.5	
		M.	3.0	
		M.	2.5	
		M.	3.0	
		M.	3.0	
		M.	4.0	
		G.	8.0	
		G.	7.0	
Σ	29 bolsas			105.0

En esta tabla se puede observar que se percibe un aumento bastante considerable comparando con las cifras de la semana anterior, acercándose casi al número exacto de la primera semana, donde se obtuvieron 104.5 kg, y un número bastante similar de bolsas. El día lunes vuelve a ser cuando se presentó una mayor cantidad de masa.

Tabla 4.1. (17): Resultados del pesaje de la pila ubicada en Canal y Álamo en la semana 3 (20-26 de Julio de 2013).

Pila Canal y Álamo				
Día	No. Bolsas	Tamaño	Masa (kg)	Masa total (kg)
Sábado 20	0	-	0.0	0.0
Domingo 21	0	-	0.0	0.0
Lunes 22	1	M.	3.5	3.5
Miércoles 23	2	M.	2.5	5.5
		M.	3.0	
Jueves 24	3	Ch.	1.5	4.0
		Ch.	1.5	
		Ch.	1.0	
Σ	6 bolsas			13.0

En la tercera semana, en esta pila hubo una disminución de los kg pesados comparándose con las otras dos semanas, sólo 13 kg.

Tabla 4.1. (18): Tabla que muestra los valores de la masa total de cada pila detectada durante la tercera semana (20-26 de Julio de 2013).

Promedio	
Pila	Masa Total (kg)
Canal y calle 4	12.0
Delegación Agraria y Calle 2	24.0
Pera y Calle 2	105.0
Canal y Álamo	13.0
Σ	154.0

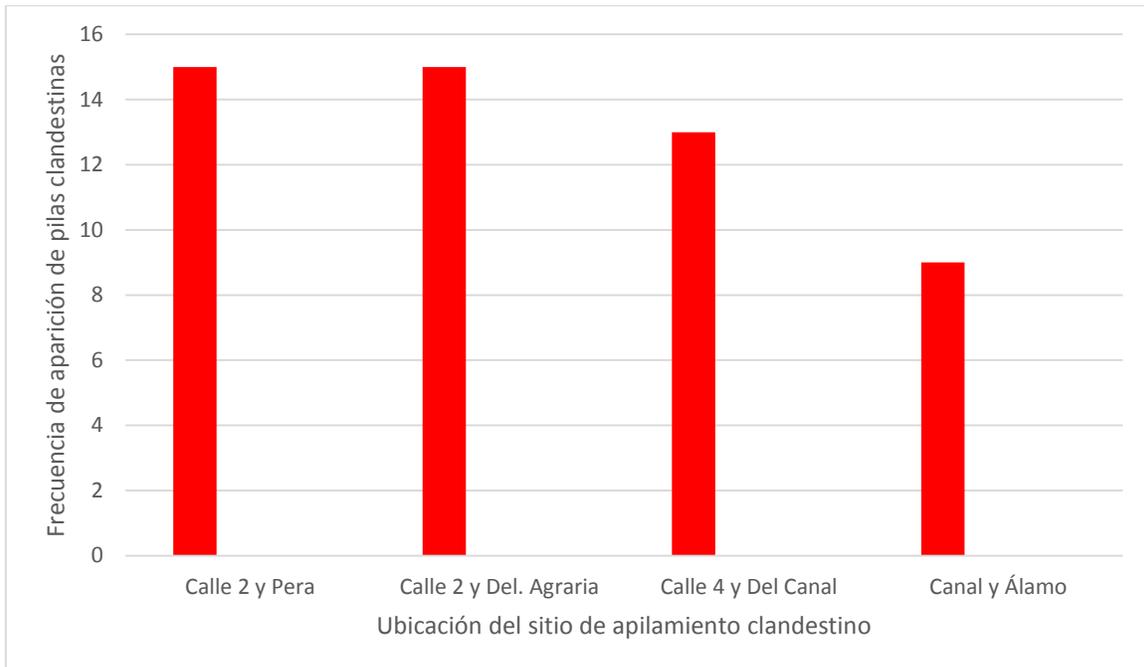
Se observa que hubo un aumento de masa comparado con la semana 2, pero no alcanza la cifra que se obtuvo en la semana 1 con más de 170 kg.

Tabla 4.1. (19): Masas resultantes de los pesajes semanales (5-26 de Julio de 2013).

Promedios de las 3 semanas	
Semana	Masa (kg)
1	172.5
2	141.5
3	154.0
Promedio por semana	156.0

Se puede observar el resumen de los pesajes totales de las 3 semanas, siendo la semana 1 la que tuvo una mayor cantidad, seguida por la semana 3 y por último la semana 2. Al promediar los 3 valores se obtiene una cifra de 156.0 kg generados semanalmente.

Figura 4.1. (2): Grado de reincidencia de los puntos de apilamiento clandestinos.



La tabla 4.1. (19) muestra que el promedio de generación por semana de basura al realizar el pesaje de los residuos depositados en forma clandestina es de 156.0 kilogramos.

Como se puede observar en la figura 4.1. (2), las esquinas de calle 2 con Pera y calle 2 con Del. Agraria son las que presentan una mayor problemática, particularmente la calle 2, donde se dice que la problemática se asocia a la colindancia que tiene con la colonia INFONAVIT Santa Julia, lugar donde los residentes optan por trasladar sus residuos los días de recolección a la mencionada calle.

Figura 4.1. (3): Apilamiento de basura localizado en Calle del Canal y Calle 4.



La tabla 4.1. (20) muestra los valores promedio calculados del área ocupada por los residuos y se añaden también los del volumen estimado de los residuos depositados en cada uno de los 4 apilamientos clandestinos detectados, esto con el fin de evaluar posibles inconvenientes de la estancia temporal de los apilamientos, es decir, en días que no se realiza el servicio de recolección.

Tabla 4.1. (20): Resumen de área invadida por los RSU de las pilas clandestinas en la zona de estudio, además del volumen ocupado por los mismos.

Apilamiento	Área invadida (m²)	Volumen estimado (m³)
Calle 2 y Pera	7.0	2.0
Calle 2 y Del. Agraria	6.0	1.5
Calle 4 y Del Canal	4.0	1.0
Del Canal y Álamo	3.0	0.5

Como se puede observar existe una relación coherente entre los valores que de masa y volumen ocupado, la pila con mayor cantidad de residuos es la de calle 2 y Pera, por tal razón el área que invade es mayor ya que allí se depositan mayor número de bolsas y por consiguiente ocupan un espacio mayor.

4.2 Caracterización parcial de los RSU procedentes de las pilas clandestinas estudiadas

Al ubicar los diferentes puntos de apilamiento de la zona de estudio, también se tenía ya definida la fuente de donde se obtendrían los residuos a muestrear, desde luego que esto se refiere a los que eran depositados de manera clandestina.

Se muestreó durante 15 días, eliminando los días de recolección desde luego (martes y viernes), se presentan los resultados en las tablas 4.2. (1), 4.2. (2) y 4.2. (3). Con relación a las tablas 4.2. (1) y 4.2. (2) se advierte al lector que las columnas de los días martes y viernes aparecen en color negro debido a que estos días no hay servicio de recolección por parte del sistema de limpieas municipal.

Tabla 4.2. (1): Composición y masas de las muestras, de RSU, según caracterización parcial, correspondientes al total de pilas seleccionadas durante la primera semana de observación (7-14 de Septiembre de 2013), g componente/ pila-día.

Componentes	Día																	
	Sábado 7		Domingo 8		Lunes 9		Martes 10		Miércoles 11		Jueves 12		Viernes 13		Sábado 14		Total	
	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	Total
Residuos de comida	5890.0	43.02	3470.0	30.47	32750.0	60.22			3950.0	29.37	17450.0	59.30			4860.0	41.49	68370.0	51.00
Residuos de jardinería	0.0	0.00	1540.0	13.52	2540.0	4.67			860.0	6.39	420.0	1.43			420.0	3.59	5780.0	4.31
Papel periódico	490.0	3.58	240.0	2.11	600.0	1.10			550.0	4.09	480.0	1.63			345.0	2.94	2705.0	2.02
Papel oficina (archivo)	835.0	6.10	390.0	3.42	2345.0	4.31			900.0	6.69	1430.0	4.86			760.0	6.49	6660.0	4.97
Papel estrasa	40.0	0.29	120.0	1.05	280.0	0.51			225.0	1.67	220.0	0.75			0.0	0.00	885.0	0.66
Cartón y cartoncillo	410.0	2.99	460.0	4.04	1200.0	2.21			1080.0	8.03	1700.0	5.78			370.0	3.16	5220.0	3.89
Madera	150.0	1.10	0.0	0.00	1100.0	2.02			125.0	0.93	0.0	0.00			80.0	0.68	1455.0	1.09
Cuero	0.0	0.00	0.0	0.00	110.0	0.20			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	110.0	0.08
Hule	300.0	2.19	0.0	0.00	430.0	0.79			225.0	1.67	0.0	0.00			0.0	0.00	955.0	0.71
Metal ferroso	740.0	5.41	330.0	2.90	1170.0	2.15			450.0	3.35	950.0	3.23			600.0	5.12	4240.0	3.16
Metal no ferroso (Al)	220.0	1.61	170.0	1.49	450.0	0.83			245.0	1.82	600.0	2.04			100.0	0.85	1785.0	1.33
Polietileno alta densidad	400.0	2.92	680.0	5.97	1300.0	2.39			850.0	6.32	1040.0	3.53			410.0	3.50	4680.0	3.49
Polietileno baja densidad	615.0	4.49	380.0	3.34	800.0	1.47			575.0	4.28	700.0	2.38			450.0	3.84	3520.0	2.63
Polipropileno	420.0	3.07	190.0	1.67	890.0	1.64			180.0	1.34	430.0	1.46			470.0	4.01	2580.0	1.92
Poliestireno	120.0	0.88	140.0	1.23	400.0	0.74			100.0	0.74	0.0	0.00			0.0	0.00	760.0	0.57
PET	1260.0	9.20	870.0	7.64	1760.0	3.24			750.0	5.58	1150.0	3.91			950.0	8.11	6740.0	5.03
PVC	0.0	0.00	320.0	2.81	120.0	0.22			0.0	0.00	0.0	0.00			60.0	0.51	500.0	0.37
Miscelánea de plástico	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Vidrio blanco	940.0	6.87	1230.0	10.80	3200.0	5.88			650.0	4.83	1450.0	4.93			780.0	6.66	8250.0	6.15
Vidrio Ambar	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			700.0	5.20	0.0	0.00			440.0	3.76	1140.0	0.85
Vidrio verde	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Textiles	80.0	0.58	230.0	2.02	760.0	1.40			120.0	0.89	140.0	0.48			0.0	0.00	1330.0	0.99
Estropajos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Cenizas	150.0	1.10	70.0	0.61	600.0	1.10			135.0	1.00	0.0	0.00			0.0	0.00	955.0	0.71
Compósitos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Tetrabrick	50.0	0.37	90.0	0.79	345.0	0.63			275.0	2.04	480.0	1.63			120.0	1.02	1360.0	1.01
Recipiente leche	160.0	1.17	120.0	1.05	435.0	0.80			125.0	0.93	235.0	0.80			180.0	1.54	1255.0	0.94
Residuos peligrosos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Corrosivos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Radiactivos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Explosivos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Tóxicos	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Biológico-infeccioso	420.0	3.07	350.0	3.07	800.0	1.47			380.0	2.83	550.0	1.87			320.0	2.73	2820.0	2.10
Otros	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00
Total	13690.0	100.000	11390.0	100.00	54385.0	100.00			13450.0	100.000	29425.0	100.00			11715.0	100.000	134055.0	100.00
Densidad (kg/m³)	98.43		106.45		86.54				113.2		107.43				96.7			101.46

Tabla 4.2. (2): Composición y masas de las muestras, de RSU, según caracterización parcial, correspondientes al total de pilas seleccionadas durante la primera semana de observación (15-22 de Septiembre de 2013), g componente/ pila-día.

Componentes	Día																	
	Domingo 15		Lunes 16		Martes 17		Miércoles 18		Jueves 19		Viernes 20		Sábado 21		Domingo 22		Total	
	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	Total
Residuos de comida	2880.0	28.83	37450.0	66.18			2750.0	16.97	21345.0	41.38			2350.0	36.46	2200.0	33.69	68975.0	46.82
Residuos de jardinería	1210.0	12.11	800.0	1.41			700.0	4.32	7890.0	15.30			25.0	0.39	1210.0	18.53	11835.0	8.03
Papel periódico	360.0	3.60	600.0	1.06			640.0	3.95	780.0	1.51			270.0	4.19	140.0	2.14	2790.0	1.89
Papel oficina (archivo)	240.0	2.40	1870.0	3.30			450.0	2.78	2340.0	4.54			800.0	12.41	240.0	3.68	5940.0	4.03
Papel estrasa	0.0	0.00	35.0	0.06			0.0	0.00	0.0	0.00			45.0	0.70	0.0	0.00	80.0	0.05
Cartón y cartoncillo	370.0	3.70	2200.0	3.89			1000.0	6.17	2400.0	4.65			210.0	3.26	600.0	9.19	6780.0	4.60
Madera	110.0	1.10	760.0	1.34			3000.0	18.51	2470.0	4.79			300.0	4.65	460.0	7.04	7100.0	4.82
Cuero	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	70.0	0.14			30.0	0.47	0.0	0.00	100.0	0.07
Hule	90.0	0.90	0.0	0.00			0.0	0.00	230.0	0.45			0.0	0.00	90.0	1.38	410.0	0.28
Metal ferroso	220.0	2.20	1430.0	2.53			650.0	4.01	1490.0	2.89			450.0	6.98	490.0	7.50	4730.0	3.21
Metal no ferroso (Al)	210.0	2.10	720.0	1.27			300.0	1.85	905.0	1.75			125.0	1.94	0.0	0.00	2260.0	1.53
Polietileno alta densidad	560.0	5.61	2100.0	3.71			760.0	4.69	1450.0	2.81			200.0	3.10	100.0	1.53	5170.0	3.51
Polietileno baja densidad	320.0	3.20	950.0	1.68			300.0	1.85	400.0	0.78			170.0	2.64	110.0	1.68	2250.0	1.53
Polipropileno	0.0	0.00	350.0	0.62			300.0	1.85	760.0	1.47			160.0	2.48	80.0	1.23	1650.0	1.12
Poliestireno unicel	0.0	0.00	80.0	0.14			0.0	0.00	140.0	0.27			0.0	0.00	0.0	0.00	220.0	0.15
PET	660.0	6.61	1450.0	2.56			1000.0	6.17	1560.0	3.02			470.0	7.29	160.0	2.45	5300.0	3.60
PVC	0.0	0.00	0.0	0.00			130.0	0.80	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	130.0	0.09
Miscelánea de plástico	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Vidrio blanco	1120.0	11.21	1950.0	3.45			1300.0	8.02	2300.0	4.46			230.0	3.57	0.0	0.00	6900.0	4.68
Vidrio Ambar	640.0	6.41	400.0	0.71			900.0	5.55	850.0	1.65			0.0	0.00	0.0	0.00	2790.0	1.89
Vidrio verde	0.0	0.00	250.0	0.44			230.0	1.42	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	480.0	0.33
Textiles	320.0	3.20	450.0	0.80			340.0	2.10	0.0	0.00			0.0	0.00	280.0	4.29	1390.0	0.94
Estropajos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	230.0	0.45			0.0	0.00	0.0	0.00	230.0	0.16
Cenizas	110.0	1.10	400.0	0.71			280.0	1.73	980.0	1.90			0.0	0.00	0.0	0.00	1770.0	1.20
Compósitos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Tetrabrick	140.0	1.40	800.0	1.41			290.0	1.79	790.0	1.53			180.0	2.79	210.0	3.22	2410.0	1.64
Recipiente leche	160.0	1.60	650.0	1.15			425.0	2.62	1230.0	2.38			240.0	3.72	80.0	1.23	2785.0	1.89
Residuos peligrosos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Corrosivos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Radiactivos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Explosivos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Tóxicos	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Biológico-infeccioso	270.0	2.70	890.0	1.57			460.0	2.84	970.0	1.88			190.0	2.95	80.0	1.23	2860.0	1.94
Otros	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
Total	9990.0	100.00	56585.0	100.00			16205.0	100.000	51580.0	100.00			6445.0	100.00	6530.0	100.00	147335.0	100.00
Densidad (kg/m³)	87.67		109.76				98.0		119.45				106.5		94.67			102.68

Tabla 4.2. (3): Resumen de resultados y promedios de las dos semanas de caracterización parcial de residuos de las pilas clandestinas, anteriormente identificadas.

Componentes	Semana 1		Semana 2		Promedio		Total	
	Masa (kg)	%	Masa (kg)	%	Masa (kg)	%	Masa (kg)	%
Residuos de comida	68.37	51.00	68.975	46.82	68.6725	48.81	137.345	48.81
Residuos de jardinería	5.78	4.31	11.835	8.03	8.8075	6.26	17.615	6.26
Papel periódico	2.705	2.02	2.79	1.89	2.7475	1.95	5.495	1.95
Papel oficina (archivo)	6.66	4.97	5.94	4.03	6.3	4.48	12.6	4.48
Papel estrasa	0.885	0.66	0.08	0.05	0.4825	0.34	0.965	0.34
Cartón y cartoncillo	5.22	3.89	6.78	4.60	6	4.26	12	4.26
Madera	1.455	1.09	7.1	4.82	4.2775	3.04	8.555	3.04
Cuero	0.11	0.08	0.1	0.07	0.105	0.07	0.21	0.07
Hule	0.955	0.71	0.41	0.28	0.6825	0.49	1.365	0.49
Metal ferroso	4.24	3.16	4.73	3.21	4.485	3.19	8.97	3.19
Metal no ferroso (Al)	1.785	1.33	2.26	1.53	2.0225	1.44	4.045	1.44
Poliétileno alta densidad	4.68	3.49	5.17	3.51	4.925	3.50	9.85	3.50
Poliétileno baja densidad	3.52	2.63	2.25	1.53	2.885	2.05	5.77	2.05
Polipropileno	2.58	1.92	1.65	1.12	2.115	1.50	4.23	1.50
Poliestireno	0.76	0.57	0.22	0.15	0.49	0.35	0.98	0.35
PET	6.74	5.03	5.3	3.60	6.02	4.28	12.04	4.28
PVC	0.5	0.37	0.13	0.09	0.315	0.22	0.63	0.22
Misceláneo de plástico	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Vidrio blanco	8.25	6.15	6.9	4.68	7.575	5.38	15.15	5.38
Vidrio Ambar	1.14	0.85	2.79	1.89	1.965	1.40	3.93	1.40
Vidrio verde	0	0.00	0.48	0.33	0.24	0.17	0.48	0.17
Textiles	1.33	0.99	1.39	0.94	1.36	0.97	2.72	0.97
Estropajos	0	0.00	0.23	0.16	0.115	0.08	0.23	0.08
Cenizas	0.955	0.71	1.77	1.20	1.3625	0.97	2.725	0.97
Compósitos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tetrabrick	1.36	1.01	2.41	1.64	1.885	1.34	3.77	1.34
Recipiente leche	1.255	0.94	2.785	1.89	2.02	1.44	4.04	1.44
Residuos peligrosos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Corrosivos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Radiactivos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Explosivos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tóxicos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Biológico-infeccioso	2.82	2.10	2.86	1.94	2.84	2.02	5.68	2.02
Otros	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total	134.055	100.00	147.335	100.00	140.695	100	281.39	100.00
Densidad (kg/m³)		101.46		102.68	102.07			

Es apreciable en la tabla 4.2. (3) que el componente que domina ampliamente es el de residuos de comida, que se considera también como materia orgánica junto con los residuos de jardinería, ambos son biodegradables.

Los componentes del listado antes mencionado, dominan con casi la mitad del total, con más del 50 %, en segundo puesto aparece el vidrio blanco con cerca del 5 %, después el PET, el papel y el cartón, los 3 con cerca del 4 %, el metal ferroso, la madera y el polietileno de alta densidad aparecen rondando un 3 %, el resto del listado lo completan los demás componentes. Un aspecto importante a mencionar, es que aparecen materiales en el listado los cuales son reciclables. Nos referimos al vidrio, al aluminio, cartón, papel, PET y metal ferroso.

En el caso del aluminio, son más de 4 kilogramos los que se pesaron, esto quiere decir que no toda la gente tiene inculcada la separación de materiales, se le da especial importancia a este elemento ya que es del que más se podría obtener un ingreso económico debido al precio que se paga en los centros de acopio por kilogramo, el cual es aproximadamente de 20 pesos. Lo ideal sería que estos valores de materiales reciclables fueran lo más bajo posible, estaríamos hablando de que no pasaran de un punto porcentual cada uno, aunque lo ideal sería cero.

Otro aspecto que llama la atención es el de los residuos peligrosos, de éstos sólo aparecieron los residuos biológico-infecciosos, nos referimos particularmente a papel de baño, toallas sanitarias y preservativos en algunos casos. Se descarta la presencia de otros componentes los cuales podrían ser líquidos corrosivos, tóxicos o explosivos, lo cual nos habla de la homogeneidad en las fuentes de origen de los residuos depositados aun clandestinamente, es decir, concuerda con lo que podría generar una casa habitación en promedio. Si tuviéramos en las cercanías algún tipo de industria y se diera el caso que la misma depositara residuos al aire libre, se podrían presentar este tipo de desechos peligrosos, en dado caso que la empresa no les diera un especial tratamiento, pero ya que se ha hablado de que en la zona se presenta prácticamente en su totalidad la presencia de casas habitación, por lo que no se da el caso.

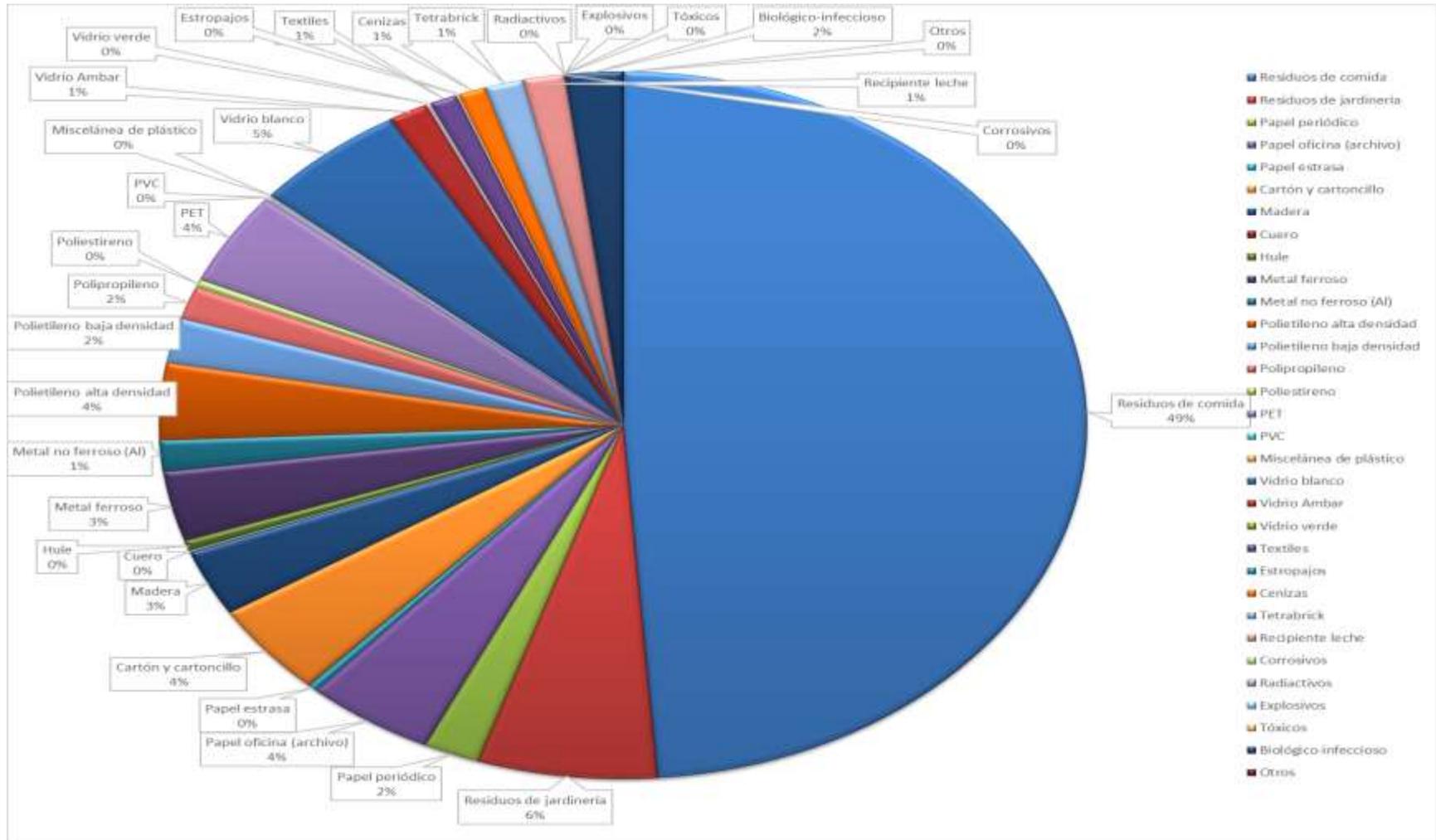
Se trató de hacer el listado lo más concreto posible, podríamos mencionar un sinnúmero de clasificaciones de residuos, por ejemplo el material ferroso abarcaría una gran cantidad de metales, pero el grupo se toma de manera general. También podríamos mencionar una gran gama de tipos de tela, pero de igual manera se consideraron de manera general.

El hecho de que la zona sea homogénea en aspectos como nivel de vida, clases sociales y actividades económicas, facilitaron la caracterización de los residuos, ya que se obtienen resultados similares en cada una de las pilas clandestinas que se muestrearon.

Otro aspecto importante a mencionar es que la masa de dichas pilas es mayor los días anteriores a la recolección, es decir los días jueves y lunes, particularmente los días lunes, esto se debe a la clase de actividades que realizan los fines de semana, como comidas, eventos sociales, reuniones, etc., donde se amplía la gama de objetos a utilizar, generando residuos de todo tipo y en gran cantidad. Se puede observar también que la cantidad de masa depositada, es similar los días sábado y domingo. Respecto a los valores de la densidad, se tiene que la diferencia más grande es de 24 kilogramos, pero al obtener el promedio de cada semana los valores sólo aparecen con un punto porcentual de diferencia, teniendo un resultado final de 102.06 kg/m^3 , desde luego, sin compactar la masa.

Se presenta una gráfica de pastel en la figura 4.2. (1) donde se ilustra y se aprecia de manera más clara, el resultado de los muestreos.

Figura 4.2. (1): Valores promedio por tipo de componente de RSU, producto de la caracterización parcial del periodo comprendido del 7 al 22 de Septiembre de 2013.



4.3 Servicio de recolección

Se aplicaron 68 cuestionarios, resultado de la fórmula estadística aplicada. En seguida se presentan los resultados en una serie de gráficos. En el anexo 3 se pueden consultar 12 de los 68 cuestionarios aplicados, se consideraron 4 cuestionarios iniciales, es decir, del 1 al 4, 4 de en medio, del 32 al 36 y 4 finales, del 65 al 68.

Nota: A pesar de que este apartado se enfoca especialmente en la recolección, los cuestionarios incluyen preguntas relacionadas con el mismo paso de la recolección, a pesar de no pertenecer al mismo, como puede ser si se realiza alguna separación en origen o si se ejecuta algún proceso unitario como la compactación o elaboración de composta. Se decidió incluir aspectos como éste ya que, por decir, si se realiza algún proceso como la compactación, esto puede influir en la capacidad del camión recolector. Esto se refiere a que si los residuos van compactados, tendrá un efecto directamente proporcional con su densidad, desde luego será mayor al ser compactada esa masa. Este efecto también se relaciona con la capacidad del camión recolector, a pesar de que la mayoría posee sistema de compactación, algunas unidades particulares no incluyen este sistema, al ser sólo vehículos de carga, por lo tanto, esto podrá tener algún resultado en el número de viajes y capacidad del vehículo.

En primer lugar se muestran los gráficos relacionados con los aspectos sociales de la población que fue encuestada.

Figura 4.3. (1): Representación de la población encuestada según su sexo.

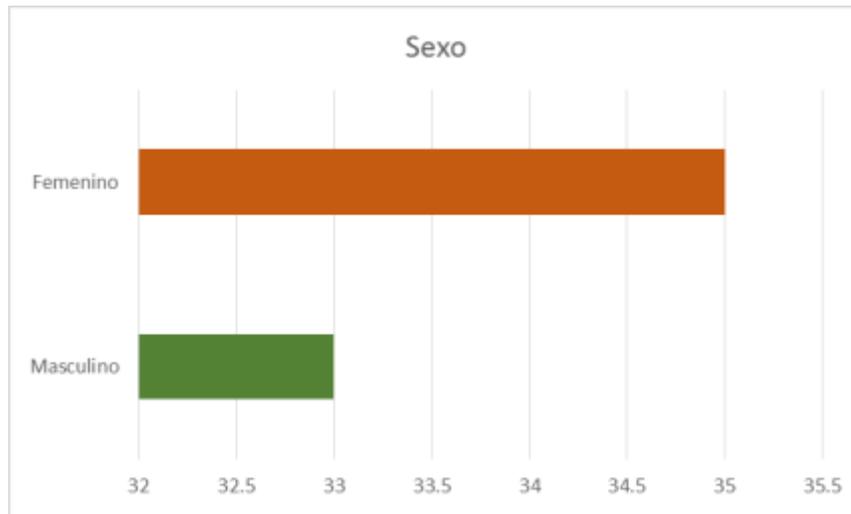


Figura 4.3. (2): Distribución de edad de la población encuestada.

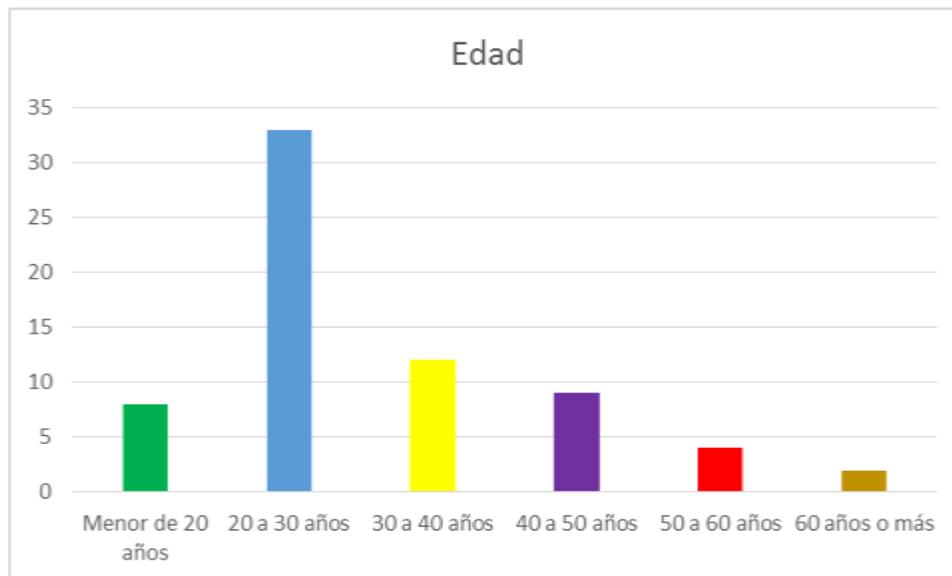
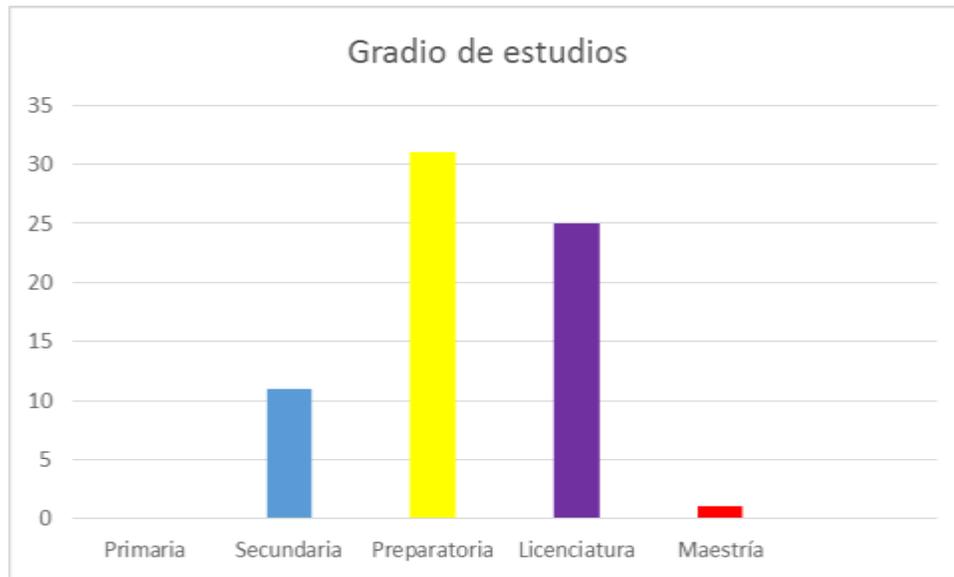


Figura 4.3. (3): Representación del grado de estudios de la población encuestada.



Como se puede observar la mayoría de la población encuestada fue perteneciente al sexo femenino. La edad que predominó fue del rango de 20 a 30 años. El investigador se enfocó en encontrar encuestados en este rango de edad, ya que en su mayoría son estudiantes universitarios, y era más probable que pudieran estar inmersos en el tema, lo cual se refleja en el grado de estudios de la población encuestada, donde predomina la preparatoria, sin embargo, hay un alto índice de población que se encuentra estudiando o que haya concluido una licenciatura.

A continuación se presentan los resultados de cada una de las preguntas. Nótese que se manejan los resultados en porcentajes.

Figura 4.3. (4): Resultados de la pregunta No. 1, que indican porcentaje de la población que separa sus residuos.



En la anterior figura se muestra que la mayoría de la gente realiza una previa separación de sus residuos antes de depositarlos en la basura, sin embargo, el tener un 40 % de población que no realiza una separación se considera alto. Casi la mitad de los residuos que se generan en la zona de estudio van, al menos, a los camiones de recolección sin una previa separación, como se menciona, se busca que este porcentaje sea lo más bajo posible, 0 % sería lo ideal.

Figura 4.3. (5): Resultados de la pregunta No. 2, que indican que tipos de residuos se separan.



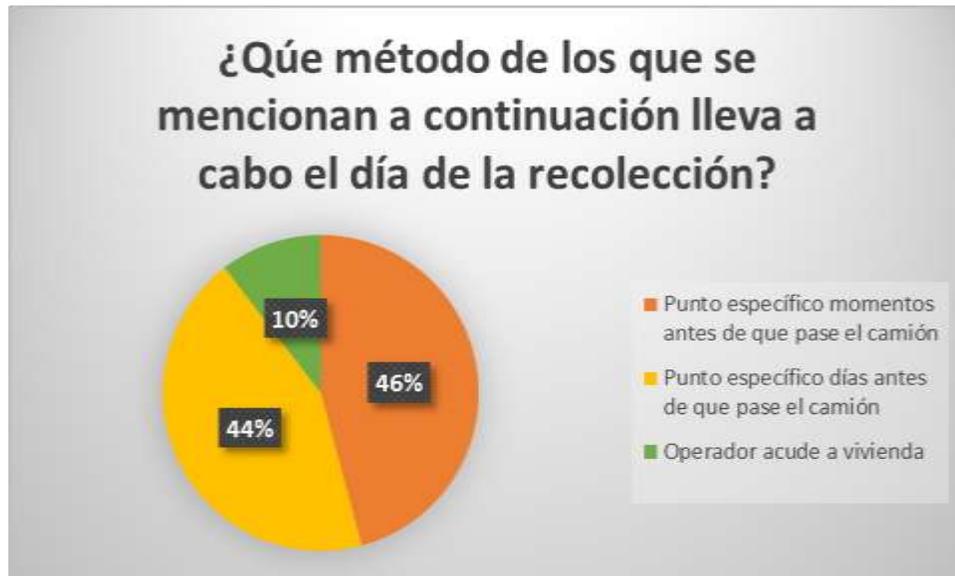
El residuo que cuenta con más porcentaje en la figura 4.3. (5) es el aluminio, una razón sencilla a esto es el monto que se paga en los centros de acopio por él (aproximadamente 20 pesos el kilogramo), además de que en algunos casos es reutilizado para manualidades y otras cosas. En segundo lugar aparece el plástico PET, el cual también es solicitado dentro de los centros de acopio, aunque su costo es mucho menor del aluminio, sin embargo, es bastante rentable para reciclaje, aunque también la alta generación de este elemento se debe al uso elevado que tiene dentro de la industria, ya que muchos envases de alimentos y bebidas se fabrican de este material. Después aparece el fierro, lo que se considera latas de hojalata y desechos férricos en general, al igual que el aluminio y el PET, también es rentable su reciclaje y se compra en centros de acopio. Por último, tenemos el cartón y el vidrio con los porcentajes más bajos, ambos materiales aparecen con una generación media-alta dentro de la caracterización que se explicó, sin embargo en la mayoría de los centros de acopio el vidrio ya no es comprado, el papel sólo en algunos, lo cual aquí refleja que el porcentaje de su separación sea bajo.

Figura 4.3. (6): Resultados de la pregunta No. 3, referente a la calidad de servicio de recolección que se brinda.



La mayoría de la gente considera que el servicio que ofrece la empresa Cambio Verde es bueno, según información ilustrada en la figura 4.3. (6) un porcentaje considerable dice que es regular y el porcentaje más bajo indica que es malo. Posteriormente se hará un análisis con base a la ruta de recolección y la logística que nos proporcionara la misma empresa para comprender el porqué de cada uno de estos porcentajes.

Figura 4.3. (7): Resultados de la pregunta No. 4, que indican el método de recolección que se ejecuta con más frecuencia.



Se considera la pregunta ilustrada en la figura 4.3. (7) es la de mayor peso, ya que nos ayuda en lo que se relaciona al objetivo general. Podemos observar que la mayoría de la gente ejecuta “un método legal”, entre ellos es el llevar sus residuos a un punto específico momentos antes de que el camión recolector haga su recorrido, este método se conoce como de acera, el camión ejecuta su recorrido, el cual tiene un previo conocimiento por la población, es decir, que la gente ya sabe por cuales puntos específicos pasará la unidad, la población momentos antes deposita sus residuos en los puntos ya establecidos, el camión recolector pasa y los levanta.

Este método requiere de que la unidad cumpla en tiempo y forma sus recorridos, ya que en dado caso de que se altere la periodicidad, se podría tener problemas con olores, que la basura sea esparcida, o simplemente problemas relacionados con el aspecto urbano.

En segundo lugar aparece algo que es verdaderamente alarmante, el 44 % de la población encuestada lleva sus residuos días antes o al menos una noche antes de

que el camión recolector haga el recorrido. Aunque se podría pensar que depositar los residuos una noche antes es algo que no tendría consecuencias mayores, contribuye a formar las diversas pilas clandestinas que fueron detectadas y las cuales contribuyen a la problemática que maneja este estudio.

Una de las principales razones que se asocian a esta situación, es que la población (en algunos casos) considera sencillo llevar sus residuos a estos puntos la noche anterior, ya que al otro día se les complica llevarlos a tempranas horas del día, nos referimos a un horario entre las 5:00 y 6:00 a.m., ya que el camión recolector inicia sus recorrido aproximadamente a las 7:00 a.m., entonces esto se debe a sus horarios de trabajo, escuela o simplemente pereza. Cual sea la razón, es un porcentaje bastante elevado.

El otro 10 %, se refiere a población que espera a un operador en su vivienda, este método se considera como intradomiciliario, el cual se refiere más que nada al servicio que ofrecen las unidades particulares, donde el operador va recorriendo cada una de las avenidas, en algunos casos casa por casa y recibe un estímulo económico a cambio de su servicio. A diferencia de las unidades de la empresa cambio verde, estas unidades no poseen sistema de compactación, son camionetas en su mayoría de una capacidad de 3 ½ toneladas, en las cuales se realiza una separación de los residuos de forma manual, esta tarea es llevada a cabo por una persona, la cual la ejecuta mientras la unidad hace sus recorridos.

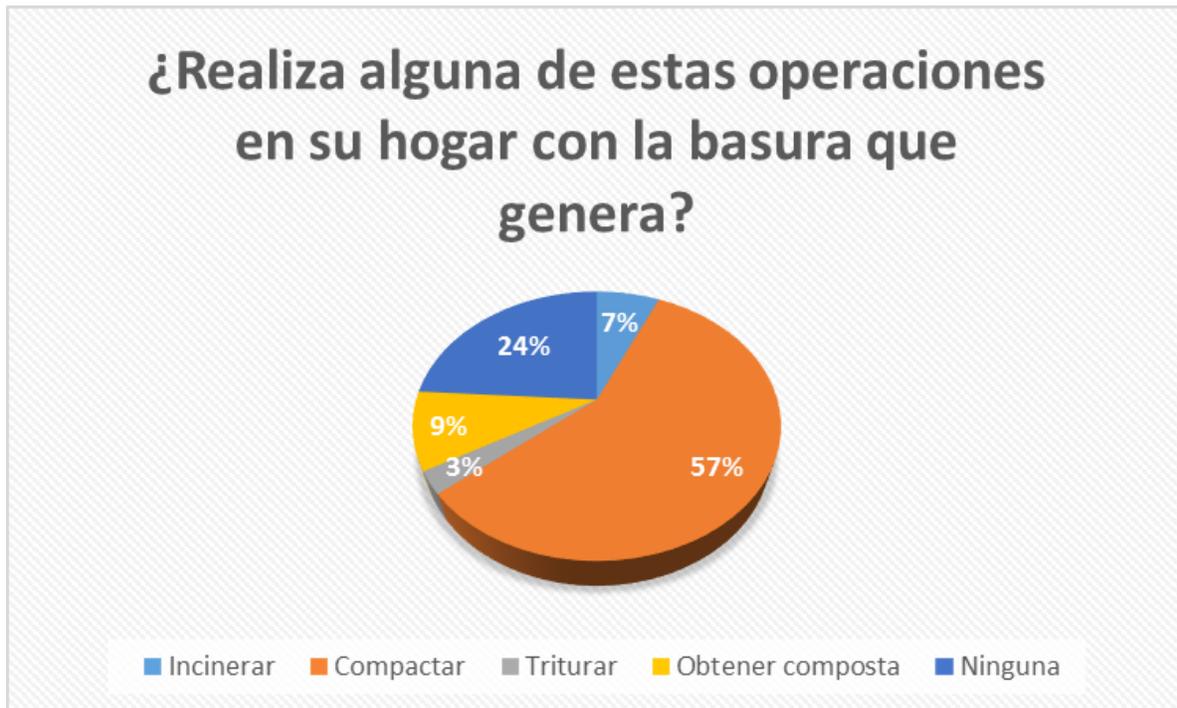
La ruta que sigue esta unidad es la misma que la de los otros camiones recolectores, sin embargo lleva a cabo la tarea un día después que las unidades de Cambio Verde, es decir: miércoles y sábado.

Figura 4.3. (8): Resultados de la pregunta No. 5, referente a la percepción que se tiene de las unidades recolectoras.



En la figura 4.3. (8) se observa que la mayoría de la población considera que el camión recolector ejecuta sus recorridos en tiempo y forma siempre, con un 56 % de las respuestas, el 44 % considera que a veces. Aquí lo ideal sería, desde luego, que el 100 % de la población considerara que siempre se ejecutan los recorridos en tiempo y forma y, desde luego, que en la vida real así fuera.

Figura 4.3. (9): Resultados de la pregunta No. 6, donde muestra los procesos unitarios que se ejecutan.



Por último, en la figura 4.3. (9) tenemos los porcentajes de población que ejecuta algún proceso unitario básico en su hogar con la basura que genera. La mayoría de la población ejecuta la compactación, un proceso bastante sencillo, que aunque puede ser a través de métodos mecanizados como el que utilizan las unidades recolectoras, también se puede llevar a cabo de forma manual, esto explica su alto porcentaje dentro de este apartado. La razón principal por la que se da la compactación es simplemente reducir el volumen de la masa de residuos, aunque esto genere una mayor densidad. Podemos ahorrar espacio y dinero, ya que utilizaríamos una menor cantidad de bolsas para almacenar nuestra basura. En segundo puesto aparece la población que no ejecuta ninguna operación antes mencionada. Después tenemos a la población que genera composta, algunas en hortalizas domésticas, árboles frutales que tienen en sus propiedades o simples flores, esta composta desde luego se utiliza como abono. Se genera a partir de la materia orgánica como residuos de comida y jardinería. El 7 % de la población incinera su basura, algunas en calentadores de agua, que se podría decir ya

obsoletos, y otras ejecutan esto al aire libre, lo cual sin un sistema adecuado de captación y control de gases genera cantidades importantes de contaminantes del aire. Por último el 3 % tritura sus residuos, por lo general esto se ejecuta con sistemas mecanizados, al igual que la compactación, tiene el propósito de reducir espacio.

4.4 Ruta de recolección en la zona de estudio

Es importante conocer el recorrido y número de ruta que se encarga del servicio de recolección en la zona de estudio. Para este punto, se solicitó a la empresa Cambio Verde que es la encargada del servicio de recolección, un mapa donde se muestre el recorrido que ejecuta el camión recolector particularmente en la zona donde se hace el estudio, así como la periodicidad del servicio y datos generales que se pudieran proporcionar para enriquecer la información.

A continuación se presentan dos mapas, en la figura 4.4. (1) aparece el mapa aportado por la empresa Cambio Verde, donde se muestra el recorrido de manera muy general, además se presentan datos como la duración del recorrido en la zona de estudio, mientras que en la figura 4.4. (2) se muestra un mapa de autoría propia donde se muestra las calles que son cubiertas por la unidad recolectora.

Cabe mencionar que los mapas fueron aportados en el mes de febrero de 2014. A partir del 1 de enero de 2014 se modificó la periodicidad de las rutas de recolección. Los días en que se llevaba a cabo la recolección cuando el investigador realizó los muestreos correspondía a los martes y viernes, con la nueva logística se amplió el servicio a 3 días por semana, es decir, martes, jueves y sábados. Es por esa razón que el mapa que aporta la empresa Cambio Verde tiene un rótulo donde dice que el recorrido se ejecuta los días jueves, esto es cierto, más sin embargo la ruta es la misma que se recorría en el año 2013, año en el cual se realizaron los muestreos.

La tabla 4.4. (1) muestra información acerca de la ruta de recolección encargada del servicio en la zona de estudio.

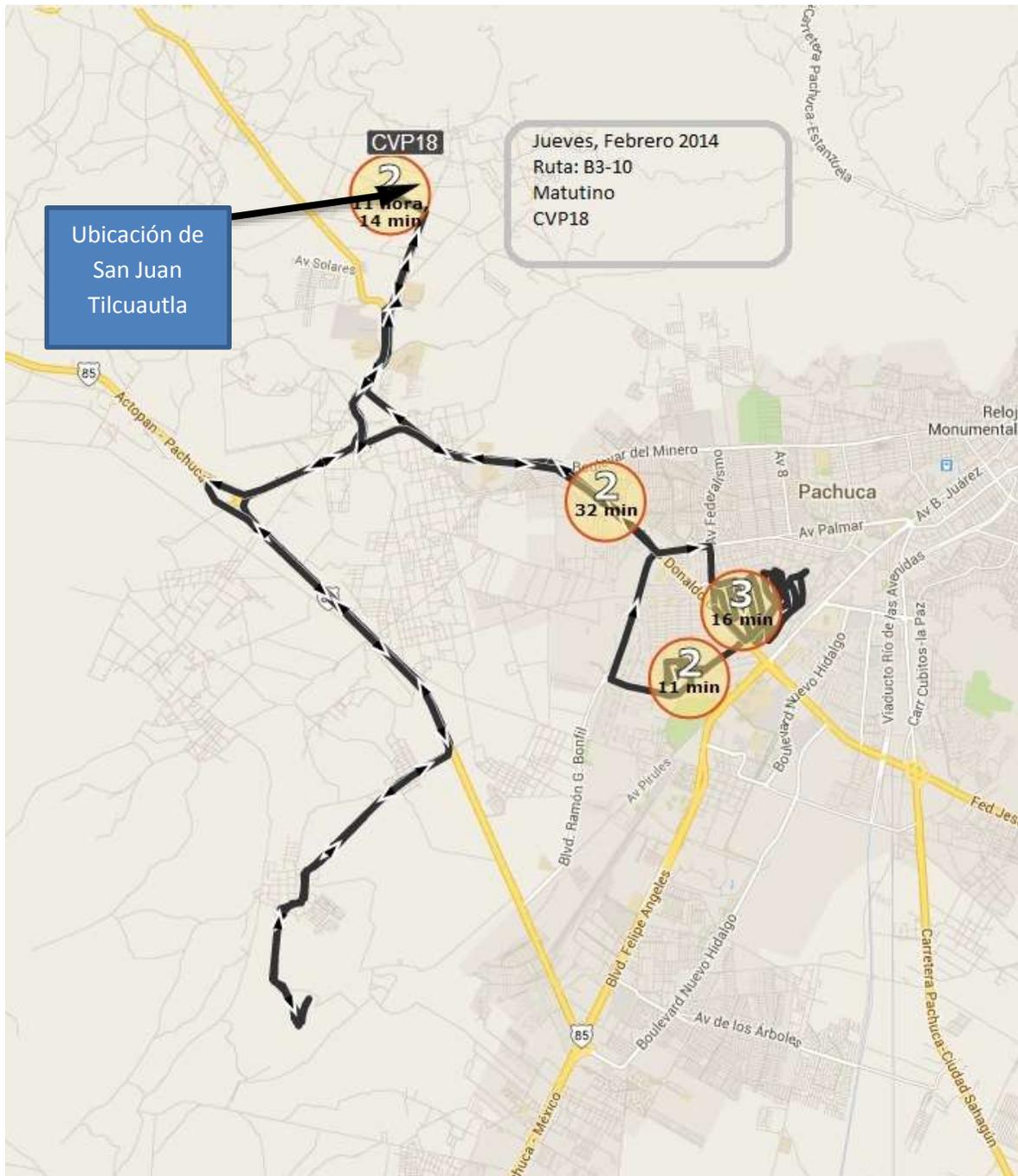
Tabla 4.4. (1): Logística domiciliar de recolección de las rutas 2, 4, 6, 9, 10, 8 y 13 del turno matutino de la zona B3, donde muestra las calles recorridas específicamente por la ruta 10, las cuales pertenecen a la zona de estudio .

	LOGISTICA DOMICILIARIA CAMBIO VERDE S.A DE C.V		ULTIMA ACTUALIZACION 24/01/14
			CVCOPR.01.F01
ZONA	B-3		
DIAS	MARTES-JUEVES Y SABADO		
TURNO	MATUTINO (06:00-14:00)		
OPERADOR	RUTA	RUTA	
DIEGO TINOCO	2	MATILDE, HERRADURA.	
MARIO ISLAS	4	PARQUE DE POBLAMIENTO, DE AV. SOLIDARIDAD HASTA BLVD. RAMON G BONFIL, DE LA AV. 2 HASTA AV. FEDERALISMO, DESDE BLVD. MINERO HASTA SOLIDARIDAD.	
JOSE ANTONIO FLORES	6	CAMPO DE TIRO, MONTE CARMELO, MARIANO OTERO, NUEVO HIDALGO, PREPA 3 A LA AV 8. CEDROS, ARBOLEDAS DE SAN JAVIER 3°, 4° 5° SECC. ARBOLEDAS SAN JAVIER 6 Y 7.	
GUILLERMO HERNANDEZ	9	8 CALLES PARQUE DE POBLAMIENTO, PIRACANTOS Y PUNTA AZUL.	
CRUZ JOSE DEL RAZO	10	AMPLIACIÓN SANTA JULIA 1° Y 2° SECC. Y DE LA CALLE 2 A LA CALLE 18 , DE CAMPO DEPORTIVO AL PALMAR, AV. FERROCARRIL, CALLE 20 Y 24 DE AMPLIACION SANTA JULIA	
GABRIEL MONZALVO	8		
JUAN MARIO ESCAMILLA	13	LA PALMA, FRACC. REAL DE LA LOMA, PRIVADA ANTIGUA, PRIVADA NUEVO SAN ANTONIO.	

Fuente: Cambio Verde S.A. de C.V.

Como se puede observar la ruta encargada de la recolección en la zona de estudio es la No. 10, a cargo del Sr. Cruz José del Razo, el cual cuenta con dos ayudantes para la tarea. El horario en el que se realiza la recolección es de las 06:00 a las 14:00 horas. Sólo se maneja un turno en esta zona, el cual es el matutino.

Figura 4.4. (1): Mapa de la ruta B3-10, encargada de la recolección en la zona de estudio.



Fuente: (Cambio Verde S.A. de C.V., 2013)

La Secretaría de Servicios municipales de Pachuca afirma que en Pachuca de manera anual se generan poco más de 146 mil toneladas de residuos sólidos, de los cuales la colonia Parque de Poblamiento, así como San Cayetano y Juan C. Doria son las colonias que más basura suman en la ciudad.

Según el INEGI, en 2010 en Pachuca cada habitante generaba 0.701 kg de basura al día.

De forma diaria se generan entre 300 a 400 toneladas de basura son recolectadas a través de los ahora nuevos vehículos de la nueva empresa Cambio Verde que de forma previa recorren las rutas a lo largo y ancho de Pachuca.

En la figura 4.4. (2) se ilustra en color rojo las calles que cubre el servicio de recolección correspondiente a la ruta 10 de la zona B-3 del turno matutino. La unidad recolectora inicia su recorrido a las 6:00 am en la comunidad de San Juan Tilcuautla, perteneciente al municipio de San Agustín Tlaxiaca, aproximadamente a las 7:00 horas inicia su recorrido en la zona de estudio por las calles ubicadas al sur, es decir Álamo, Pera y del canal, recorre las calles Calle 8, Calle 4, Calle 14 y Calle 2.

Es importante mencionar que a pesar de que la unidad recorre una avenida principal como lo es Ferrocarril Central, no se efectúa servicio de recolección ahí.

En este apartado el lector debe de notar que la unidad recolectora hace su recorrido precisamente donde fueron detectados todos los apilamientos, clandestinos y los que aparecían momentos antes del recorrido de la unidad. Esto explica y justifica la ubicación de cada uno de estos puntos.

También es importante resaltar que la ruta no recorre específicamente la colonia de INFONAVIT Santa Julia, sin embargo pasa por una calle que colinda en una longitud considerable, nos referimos a la calle 2, esta es la razón por la cual en esta calle se detectaron un gran número de apilamientos (la mayoría no eran clandestinos ya que se presentaban momentos antes de la recolección), ya que tanto los vecinos de Ampliación Santa Julia como los de INFONAVIT Santa Julia acudían a depositar sus residuos en esta calle para que posteriormente la unidad recolectora los levantara.

Los vehículos utilizados para las labores de recolección consisten en camiones con caja compactadora marca Rhino. Están equipados con tecnología GPS, sistema de radiocomunicación y sistema de rendimiento de combustible.

El sistema GPS permite tener un control eficiente sobre las rutas de los camiones, mientras que el equipo de radiocomunicación habilita un medio para poner en contacto a la empresa con los conductores de los camiones.

Así mismo, el sistema de rendimiento de combustible aprovecha cada gota de gasolina que se carga en los camiones.

Los camiones son vehículos de carga trasera, con una capacidad de compactación de hasta 590 kg/m³ y un volumen que puede ir de los 13 m³ hasta 19 m³, según la unidad. La capacidad de basura compactada es de aproximadamente 8,000 a 9,000 kg, esto según el tipo de residuos que se estén transportando (se pueden apreciar fotografías de éstos en el anexo 4).

Conclusiones y recomendaciones

Del estudio realizado en la zona de estudio, localizada en las secciones 1 y 2 de la colonia Ampliación Santa Julia de la ciudad de Pachuca de Soto puede concluirse que se detectaron 4 puntos reincidentes de apilamiento clandestino de basura, dos ubicados en la Calle 2 y los otros dos restantes ubicados en la Calle del Canal, los cuales permanecen ahí en días donde no hay servicio de recolección, razón por la cual se les etiqueta con ese nombre.

El punto que presenta mayor problemática es el de calle Pera con calle 2, ya que ahí se deposita una masa considerable de RSU. La presencia de estos apilamientos genera diferentes problemas, como el mal aspecto urbano, la necesidad de los peatones de rodear esas áreas ocupadas por bolsas de basura, teniendo que caminar por la calle, lo cual representa un riesgo de accidente tanto para peatones como para automovilistas, además de ser un foco de infección. También se considera que los lixiviados que entran en contacto con el concreto de la banqueta pueden ir deteriorándolo.

Al realizar la caracterización parcial de los residuos depositados en estas pilas, se generaron semanalmente una masa promedio de 140.7 kg, con una densidad de 102.06 kg/m³, si tomamos en cuenta los valores promedio referentes a masa y densidad obtiene un volumen de 1.37 m³. El muestreo que consistió en la identificación de las pilas clandestinas y su posterior pesaje dio como resultado una generación semanal de 156 kg, un valor considerablemente cercano al anterior. Los residuos que predominan en la composición de las pilas clandestinas son la materia orgánica que considera residuos de comida y de jardinería (55 %), el plástico representa el 12 %, donde se considera PET, polietileno de baja y alta densidad y polipropileno (de estos tipos vemos que tanto el PET como el polietileno de alta densidad individualmente representan un 33 % del total de plásticos), papel y cartón (10%), , vidrio blanco y ámbar (6 %), metal ferroso (3 %), metal no ferroso (1 %) y residuos biológico-infecciosos (2 %).

Si se considera el valor que se menciona en el trabajo referente a la generación per cápita de residuos sólidos, la cual es de 900 gramos, al multiplicar esta cifra por el

número total de habitantes de la zona de estudio (2347), se obtiene un valor de 2112 kilogramos que son generados diariamente en la zona de estudio.

Semanalmente se depositan 156 kg de manera clandestina en los 4 apilamientos, lo cual quiere decir que por día, promedio, se depositan 22.3 kg de basura en las aceras. Esto nos quiere decir que sólo cerca el 1.05 % de los residuos generados en la zona de estudio se depositan de manera clandestina.

De los 68 cuestionarios aplicados, la mayoría de la población pertenece principalmente al sexo femenino, en un rango de edad que va de los 20 a 30 años, una escolaridad mayoritariamente con estudios de preparatoria y un status socioeconómico considerado como medio.

El 60 % de la población realiza la separación de al menos un componente que puede ser PET, aluminio, cartón, vidrio o fierro, siendo el aluminio el que predomina con un 37 %, seguido del PET, el fierro, vidrio y por último el cartón con tan sólo 5 %.

El 53 % de la población tiene una buena percepción del servicio de recolección que se brinda, se habla de más de la mitad. El método de recolección que se lleva más a cabo es el de esquina o parada fija, con un 46. Sólo el 10 % de los encuestados prefieren el servicio de unidades particulares, donde el operador acude a su domicilio por sus residuos.

El 56 % de la población afirma que el camión acude en tiempo y forma en sus recorridos, se habla de la mayoría. La gran mayoría de la población ejecuta un proceso unitario en el origen, es decir, en sus viviendas, siendo la compactación el proceso que cuenta con una abrumadora mayoría con el 57 % del total, seguido de la obtención de composta, la incineración (siendo ésta al aire libre) y por último la trituración. El 24 % no realiza ningún proceso unitario.

La ruta de recolección encargada de dicha labor, cubre casi en su totalidad la zona, exceptuando la zona de INFONAVIT Santa Julia, provocando que la población que habita en esa zona deposite sus residuos en la calle que colinda y divide Ampliación

Santa Julia e INFONAVIT Santa Julia (calle 2), ya sea de manera clandestina o sólo momentos antes de que la unidad recolectora realice su recorrido.

Estas pilas clandestinas detectadas se deben en algunos casos a la falta de cultura ambiental, no hay conciencia que esto genera un impacto negativo al medio ambiente, aunque es de llamar la atención que en otros casos la población recurre a este tipo de acciones por cuestiones laborales o de tiempo, siendo un obstáculo para ellos salir a temprana hora a depositar sus residuos en algún punto específico, realizando esto la noche o el día anterior. De cualquier manera se busca minimizar este tipo de fallas, sin importar la razón que hay de fondo.

El camión recolector cuenta con la capacidad adecuada y un eficiente sistema de compactación, lo que le permite realizar su labor en un solo turno y en un solo viaje.

La zona de estudio es homogénea en cuanto a las fuentes de generación, se considera en su totalidad casas habitación, lo que permite no contratar ningún servicio especial para la recolección y posterior tratamiento de residuos.

Respecto a las hipótesis planteadas en un principio, ambas se desechan. La primera hipótesis menciona que el 80 % de los residuos sólidos que son depositados de manera clandestina en la zona de estudio se debe a deficiencias en el sistema de recolección, las encuestas que se aplicaron arrojan un resultado donde esta problemática se debe a factores relacionados con la cultura y hábitos de la población. La segunda hipótesis menciona que sólo el 20 % de la población de la zona de estudio realiza una separación previa a desechar sus residuos, el resultado que arrojan las mismas encuestas es que el 60 % de los habitantes sí realiza una separación de sus residuos en el origen.

Se recomienda ampliamente:

- Que la unidad recolectora abarque en su totalidad el área de estudio, principalmente calles secundarias ubicadas entre las dos calles paralelas, Ferrocarril Central y Calle del Canal.

- Utilizar contenedores, al menos en los puntos detectados como apilamientos, de esta manera la basura no estaría expuesta al aire libre.
- Diseñar programas donde se fomente la separación y reutilización de materiales.
- Dar a conocer a la población la ruta que ejecuta el camión recolector así como su periodicidad, de esta manera se podría fomentar el hábito de sólo depositar los residuos sólidos en el tiempo y lugar indicado.
- La zona carece de contenedores pequeños de basura que regularmente se colocan en los postes, se recomienda el uso de ellos.

Como alumnos universitarios del área de énfasis de Ingeniería Ambiental, debemos de buscar despertar en la gente la conciencia del impacto ambiental que se tiene hoy en día, pues tan sólo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, aproximadamente sólo 5 de 30 alumnos de los estudiantes de Ingeniería Industrial, opta por estudiar esta área de énfasis, decidiéndose la mayoría por las áreas de calidad y manufactura, las cuales tienen un mayor auge en el mundo laboral. El área ambiental poco a poco toma fuerza, donde es requerido en muchas organizaciones y en nuestra vida cotidiana, formular técnicas y procedimientos amables con el medio ambiente. Se debe de fomentar la cultura de la separación, reutilización y reciclaje, así, podremos reducir el volumen de nuestros residuos y prolongar la vida útil de nuestros vertederos.

Bibliografía

- ASECA** Recolectores de residuos sólidos [En línea]. - 2009. - 16 de Enero de 2013. - <http://www.aseca.com/maquinaria/recolectores>.
- CAD** Fundación, historia y desarrollo de Pachuca [En línea]. - 2010. - 28 de Octubre de 2012. - http://www.elclima.com.mx/fundacion_historia_y_desarrollo_de_pachuca.htm.
- Cambio Verde S.A. de C.V.** . - 2013.
- Collazo Jonathan** En Pachuca hay 8 mil viviendas en pobreza [Artículo] // Milenio. - 18 de Agosto de 2010.
- Colomer Francisco y Gallardo Antonio** Tratamiento y gestión de residuos sólidos [Sección de libro]. - Valencia : Limusa, 2010.
- Creative Commons** Panorámica de Pachuca [En línea]. - 3 de Febrero de 2008. - 1 de Marzo de 2013. - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panoramica-pachuca.jpg>.
- Enrique, B.** Rutas de recolección [En línea]. - 15 de Octubre de 2006. - 7 de Enero de 2013. - <http://www.slideshare.net/enriquebio2/mtodos-de-recoleccin-y-aspectos-a-considerar>.
- Freecsstemplates** Manejo de desechos sólidos [En línea]. - 2007. - 25 de Octubre de 2012. - <http://www.desechos-solidos.com/manejo-desechos-solidos.html> [2012].
- Gaggero Elba** Gestión integral de RSU [Informe]. - Buenos Aires : OPDS, 2008.
- Gobierno del estado de Hidalgo** Indicadores sociodemográficos e índices de desarrollo humano por municipio [En línea]. - 2005. - 16 de Abril de 2013. - <http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/IDH%20municipal%202000-2005.pdf>.
- Google Maps.**
- H. Ayuntamiento de Pachuca & et.al.** Plan Municipal de Desarrollo [Informe]. - Pachuca : [s.n.], 2009.
- INAFED** Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México [En línea]. - 2000. - 1 de Marzo de 2013. - <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM13hidalgo/municipios/13048a.html>.
- INE** La situación de los residuos sólidos en México [En línea]. - 2007. - 28 de Octubre de 2012. - <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/133/situacion%20en%20mexico.html#top>.
- INEGI** Censo de Población y Vivienda 2010 [Informe]. - México : [s.n.], 2010.

INEGI Delimitación de las zonas metropolitanas de México [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2005.

INEGI México en cifras [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2010.

INEGI Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2009.

INEGI SCINCE [En línea]. - 2012. - 8 de Enero de 2014. -
<http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>.

INEGI XII Censo general de población y vivienda [Informe]. - Hidalgo : [s.n.], 2000.

INEGI XII Censo general de población y vivienda [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2005.

Jiménez Blanca E. La contaminación ambiental en México [Sección de libro]. - México, D.F. : Limusa, 2006.

Jiménez E. Basura cuesta 60 mdp [Artículo] // Milenio. - 4 de Noviembre de 2009.

Juárez M. La máquina de basura [Artículo] // El Sol de hidalgo. - 7 de Abril de 2012. - pág. 6.

Organización Panamericana de la salud [Sección de libro] // Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de residuos sólidos municipales en ciudades medianas. - Washington, D.C. : [s.n.], 2002.

Reyes [y otros] Diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 1996.

Ríos Arturo Gestión integral de los residuos sólidos urbanos [Libro]. - México, D.F. : Tesis de la licenciatura de Ingeniería Civil, 2009.

Rivera Griselda Diagnóstico de la problemática de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Ixtotec, Oaxaca [Sección de libro]. - Puerto Ángel : Tesis de la licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad del Mar, 2005.

Rosiles Gustavo Impactos ambientales de los desechos urbanos [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2008.

SEDESOL Jornadas hacia un desarrollo habitacional sustentable // Impactos ambientales de los desechos urbanos. - México, D.F. : [s.n.], Junio de 2008.

SEGOB Enciclopedia de los municipios de México [En línea]. - 2007. - 28 de Octubre de 2012. -
<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo>.

SEGOB Reglamento del gobierno municipal [Informe]. - Pachuca : [s.n.], 2012.

SEMARNAT NOM-083-SEMARNAT-2003 [Informe]. - México, D.F. : [s.n.], 2003.

Servicios públicos Municipales Recolección de basura en la ciudad de Pachuca [Informe]. - Pachuca : [s.n.], 2012.

Tchobanoglous George y et.al. Gestión integral de residuos sólidos [Sección de libro]. - Madrid : Mc Graw Hill, 2000.

Universidad Nacional del Nordeste Tratamiento de residuos sólidos urbanos en ciudades del Nordeste Argentino [En línea]. - 2008.

Universidad Nacional del Nordeste Tratamiento de RSU en ciudades intermedias del Nordeste Argentino [En línea]. - 2005. - 12 de Diciembre de 2012. - <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-030.pdf>.

Wikipedia Commons Wikipedia [En línea]. - 3 de Febrero de 2008. - 6 de Marzo de 2013. - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panoramica-pachuca.jpg>.

Anexos

Anexo 1: Formato para Composición y masas de las muestras, de RSU, según caracterización parcial, correspondientes al total de pilas seleccionadas durante la primera semana de observación (7-14 de Septiembre de 2013), g componente/ pila-día.

Componentes	Día																	
	Sábado 7		Domingo 8		Lunes 9		Martes 10		Miércoles 11		Jueves 12		Viernes 13		Sábado 14		Total	
	g RSU/ pila · día	%	g RSU/ pila · día	Total														
Residuos de comida																		
Residuos de jardinería																		
Papel periódico																		
Papel oficina (archivo)																		
Papel estrasa																		
Cartón y cartoncillo																		
Madera																		
Cuero																		
Hule																		
Metal ferroso																		
Metal no ferroso (Al)																		
Polietileno alta densidad																		
Polietileno baja densidad																		
Polipropileno																		
Poliestireno																		
PET																		
PVC																		
Miscelánea de plástico																		
Vidrio blanco																		
Vidrio Ambar																		
Vidrio verde																		
Textiles																		
Estropajos																		
Cenizas																		
Compósitos																		
Tetrabrick																		
Recipiente leche																		
Residuos peligrosos																		
Corrosivos																		
Radiactivos																		
Explosivos																		
Tóxicos																		
Biológico-infeccioso																		
Otros																		
Total																		
Densidad (kg/m³)																		

Anexo 2: Mapas donde se ilustran, día a día, los recorridos ejecutados para identificar apilamientos clandestinos

Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 5 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 6 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 8 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 9 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 10 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 11 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 12 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 13 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 15 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 16 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 17 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 18 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 19 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 20 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 21 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 23 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Mapa correspondiente al recorrido que se realizó el día 25 de julio de 2013 con el objetivo de detectar apilamientos clandestinos de basura.



Simbología:

-  : Puntos detectados como apilamientos legales.
-  : Puntos detectados como apilamientos clandestinos.

Anexo 3 Muestra de cuestionarios aplicados a la población para evaluar el servicio de recolección

Cuestionarios No. 1 y No. 2 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza separación previa de RSU.

Fecha: <u>5/10</u>	Edad encuestado: <u>19</u>	No. Encuesta: <u>1</u>
Lugar residencia: <u>1</u>	Nivel Socioeconómico: <u>Medio</u>	Sexo: <u>M</u>
Nivel académico: <u>PTCFA</u>		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- (En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?)

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla
 Compactarla
 Triturarla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Fecha: <u>5/10</u>	Edad encuestado: <u>25</u>	No. Encuesta: <u>2</u>
Lugar residencia: <u>1</u>	Nivel Socioeconómico: <u>Medio</u>	Sexo: <u>F</u>
Nivel académico: <u>PTCFA</u>		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- (En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?)

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla
 Compactarla
 Triturarla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Cuestionarios No. 3 y No. 4 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza separación previa de RSU.

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 45	No. Encuesta: 3
Lugar residencia: I	Nivel Socioeconómico: MEDIO	Sexo: M
Nivel académico: LIC.		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico momentos antes de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico días antes de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla
 Compactarla
 Triturarla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 36	No. Encuesta: 4
Lugar residencia: I	Nivel Socioeconómico: MEDIO	Sexo: M
Nivel académico: PREPA		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico momentos antes de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico días antes de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla
 Compactarla
 Triturarla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Cuestionarios No. 35 y No. 36 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza una separación previa de RSU.

Fecha:	5/10	Edad encuestado:	33	No. Encuesta:	35
Lugar residencia:	III	Nivel Socioeconómico:	Medio	Sexo:	M
Nivel académico:	LIC				

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Inclinarla
 Compactarla
 Titularla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Fecha:	5/10	Edad encuestado:	29	No. Encuesta:	36
Lugar residencia:	III	Nivel Socioeconómico:	Medio	Sexo:	M
Nivel académico:	LIC				

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ NO

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio
 Hierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular
 Malo

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces
 Nunca

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Inclinarla
 Compactarla
 Titularla
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Cuestionarios No. 37 y No. 38 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza alguna separación previa de RSU.

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 31	No. Encuesta: 37
Lugar residencia: III	Nivel Socioeconómico: A-C-D	Sexo: F
Nivel académico: FISCITA		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ () NO (X)

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio ()
 Hierro ()
 Cartón ()
 Plástico PET ()
 Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno ()
 Regular (X)
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión (X)
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda ()
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre (X)
 A veces ()
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla (X)
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 31	No. Encuesta: 38
Lugar residencia: III	Nivel Socioeconómico: A-C-D	Sexo: F
Nivel académico: LIC		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ (X) NO ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio (X)
 Hierro ()
 Cartón ()
 Plástico PET ()
 Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno ()
 Regular (X)
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión ()
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda (X)
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre ()
 A veces (X)
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla (X)
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Cuestionarios No. 65 y No. 66 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza alguna separación previa de RSU.

Fecha: <u>SND</u>	Edad encuestado: <u>27</u>	No. Encuesta: <u>65</u>
Lugar residencia: <u>IV</u>	Nivel Socioeconómico: <u>A2-D2</u>	Sexo: <u>F</u>
Nivel académico: <u>PTCSPA</u>		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

Sí () NO ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio ()
 Fierro ()
 Cartón ()
 Plástico PET ()
 Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular ()
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión ()
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda ()
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre ()
 A veces ()
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla ()
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Fecha: <u>SND</u>	Edad encuestado: <u>29</u>	No. Encuesta: <u>66</u>
Lugar residencia: <u>IV</u>	Nivel Socioeconómico: <u>A2-D2</u>	Sexo: <u>M</u>
Nivel académico: <u>PTCSPA</u>		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinde contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

Sí () NO () ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio ()
 Fierro ()
 Cartón ()
 Plástico PET ()
 Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular ()
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión ()
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda ()
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre ()
 A veces ()
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla ()
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Cuestionarios No. 67 y No. 68 aplicados en la población con el objetivo de evaluar el servicio de recolección y saber si se realiza alguna separación previa de RSU.

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 21	No. Encuesta: 67
Lugar residencia: IV	Nivel Socioeconómico: Medio	Sexo: M
Nivel académico: LIC		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinda contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ () NO ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio
 Fierro
 Cartón
 Plástico PET
 Vidrio

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno ()
 Regular
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión ()
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre ()
 A veces
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono)

Gracias por su colaboración

Fecha: 5/10	Edad encuestado: 25	No. Encuesta: 68
Lugar residencia: IV	Nivel Socioeconómico: Medio	Sexo: F
Nivel académico: SEC		

Buenas tardes estoy realizando una investigación para un proyecto de tesis sobre residuos sólidos, por lo cual es de suma importancia la información que nos brinda contestando este cuestionario.

INSTRUCCIONES: Conteste lo que se le pide.

1.- ¿Realiza alguna separación de la basura que se genera en donde reside?

SÍ () NO ()

2.- ¿En caso de hacerlo, que tipo de residuos son los que separa?

Aluminio ()
 Fierro ()
 Cartón ()
 Plástico PET ()
 Vidrio ()

3.- ¿Cómo califica el servicio de recolección que se brinda?

Bueno
 Regular ()
 Malo ()

4.- ¿Qué método de los que se mencionan a continuación lleva a cabo el día de la recolección?

Llevo mis residuos a un punto específico **momentos antes** de que pase el camión ()
 Llevo mis residuos a un punto específico **días antes** de que pase el camión ()
 El operador del camión acude a mi vivienda
 Otro ()

5.- Según su percepción, ¿el camión de la basura acude en tiempo y forma en sus recorridos?

Siempre
 A veces ()
 Nunca ()

6.- ¿Realiza alguna de estas operaciones en su hogar con la basura que genera?

Incinerarla ()
 Compactarla ()
 Triturarla ()
 Obtener composta (abono) ()

Gracias por su colaboración

Anexo 4 Fotografías

Unidad recolectora de carga trasera encargada del servicio de recolección por parte de la empresa Cambio Verde S.A. de C.V.



Separación por componentes de la pila anteriormente homogenizada en la caracterización parcial de RSU



Botellas de plástico PET separadas de la pila homogenizada anteriormente en la caracterización parcial de RSU.



Materiales correspondientes a metal ferroso separados de la pila principal homogenizada en la caracterización parcial de RSU.



Pila homogenizada para su posterior separación en los diversos componentes del listado en la caracterización parcial de RSU.



Residuos peligrosos biológico-infecciosos separados en la caracterización parcial de RSU.



Apilamiento clandestino ubicado en Calle del Canal en un día donde no se realizó servicio de recolección.

