



Capítulo 5

ESTUDIO DE CASO – DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES

En este capítulo se emplea la metodología para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Xaxalipac; uno de los asentamientos irregulares de la Ciudad de México, abarcando los pasos del diagnóstico: selección del asentamiento, recopilación de información existente, visita y diagnóstico preliminar, planeación de trabajo de campo y diseño de material de apoyo, aplicación y resultados de encuestas, y generación de residuos sólidos en el asentamiento. Además, se presenta el estudio de alternativas y las propuestas de soluciones para el manejo adecuado de los RSU como parte de la metodología para la gestión integral de residuos sólidos urbanos con el fin de generar un sistema sustentable.

5.1 Selección del asentamiento

Tlalpan, una de las delegaciones de la zona suroeste del D.F., tiene una extensión de 30 449 Ha., cuenta con una de las más extensas zonas forestales, considerada como el principal pulmón para la Ciudad de México por su gran extensión de áreas naturales y suelo de conservación, constituyendo una importante zona de recarga de los acuíferos de la Ciudad de México (Dirección General de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2008).



Figura 5.1 Ubicación de Tlalpan en el D.F.

En suelo de conservación, el deterioro del medio ambiente es originado, principalmente, por el cambio de uso de suelo debido a la presencia de asentamientos humanos irregulares debido a la degradación por residuos sólidos y las descargas de aguas residuales, alterando de forma significativa la calidad de los mantos freáticos que abastecen a la Ciudad de México (PMIC, 2002).



Tlalpan es la segunda delegación con mayor tasa de crecimiento y sus zonas de desarrollo urbano han sobrepasado el plan delegacional, dando como resultado un total de 148 asentamientos irregulares y Dirección General de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2008).

Los asentamientos irregulares son definidos como el agrupamiento de más de 10 viviendas en suelos que no han sido destinados para la urbanización; por lo tanto no cuentan con los servicios municipales –agua potable, drenaje, luz y servicio de limpia- (PMIC, 2002).

Las autoridades delegacionales se han enfocado en la planeación, programación y regulación territorial mediante la implementación de programas parciales de desarrollo urbano. Estos tienen por objeto reglamentar los usos del suelo y controlar el crecimiento de las poblaciones en asentamientos irregulares y con ello integrar una propuesta de consolidación para obtener la regularización de esta zona (PMIC, 2002).

A partir de los diagnósticos ambientales realizados por la Facultad de Ingeniería e información que la Delegación Tlalpan proporcionó sobre cinco asentamientos irregulares que resultaban de su interés para entrar en los programas de regularización –El Calvario, Los Arcos, El Sifón, Ayometitla y Xaxalipac-, se realizó un análisis para seleccionar uno de ellos.

De los cinco asentamientos irregulares, Xaxalipac es el que cumple con el mayor número de características para llevar a cabo el estudio, principalmente porque es un asentamiento que tiene en mira lograr su consolidación y reordenamiento territorial.

Los demás asentamientos fueron descartados por los siguientes motivos:

El Calvario se considera un asentamiento de alto riesgo debido a que existen zonas de deslaves y desgajamientos; siendo prioridad la seguridad de los habitantes y no la aplicación de la GIRSU. Además, se ponen en riesgo las vidas de estudiantes y maestros de la UNAM al acudir a dicha zona.

Los Arcos es un asentamiento diferente, ya que sus habitantes son de nivel económico alto cuando normalmente los asentamientos irregulares se generan por personas de bajos recursos.

De acuerdo con la información proporcionada, el Sifón es un asentamiento de 83 habitantes aproximadamente. Debido a que no se tiene un número elevado de habitantes, la Delegación Tlalpan está considerando desalojarlos y reubicarlos en otra área, por lo que no tendrían sentido realizar el estudio.

En el caso de Ayometitla, en el año 2009, la UNAM, a través de la Facultad de Ingeniería, llevó a cabo el diagnóstico ambiental del asentamiento, abarcando el tema del manejo de RSU así como una serie de propuestas para su solución y mejora.



Una vez seleccionado el lugar se recopiló información del asentamiento con datos obtenidos de la Delegación Tlalpan y el estudio Programa de Manejo Integral de Contaminantes (PMIC) realizado por la Facultad de Ingeniería.

5.2 Recopilación de información existente

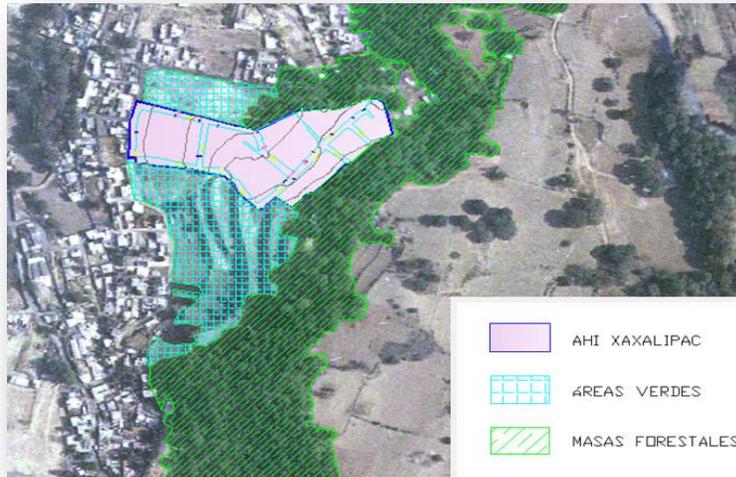
Xaxalipac se localiza al sur oriente de la Delegación Tlalpan, dentro del poblado rural San Miguel Topilejo, a 2 770 m. de altitud por la carretera México-Cuernavaca, antes del km. 95 (ver figura 5.2).



Fuente: Google Maps, 2009

Figura 5.2 Localización geográfica del asentamiento irregular Xaxalipac.

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU) de 2008, Xaxalipac es identificado como el Polígono 202 con una superficie aproximada de 17 924.94 m². El asentamiento se encuentra delimitado por masa forestal con importante valor ambiental necesario a conservar y áreas verdes comunes que se encuentran en las orillas de algunas de las calles, esta descripción se puede apreciar de mejor manera en el siguiente mapa.



Fuente: Dirección General de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2008

Figura 5.3 Áreas forestales y verdes comunes.

El área de estudio se encuentra conformada actualmente por 91 lotes (ver figura 5.4) con diferente grado de consolidación, contenido en la siguiente tabla.

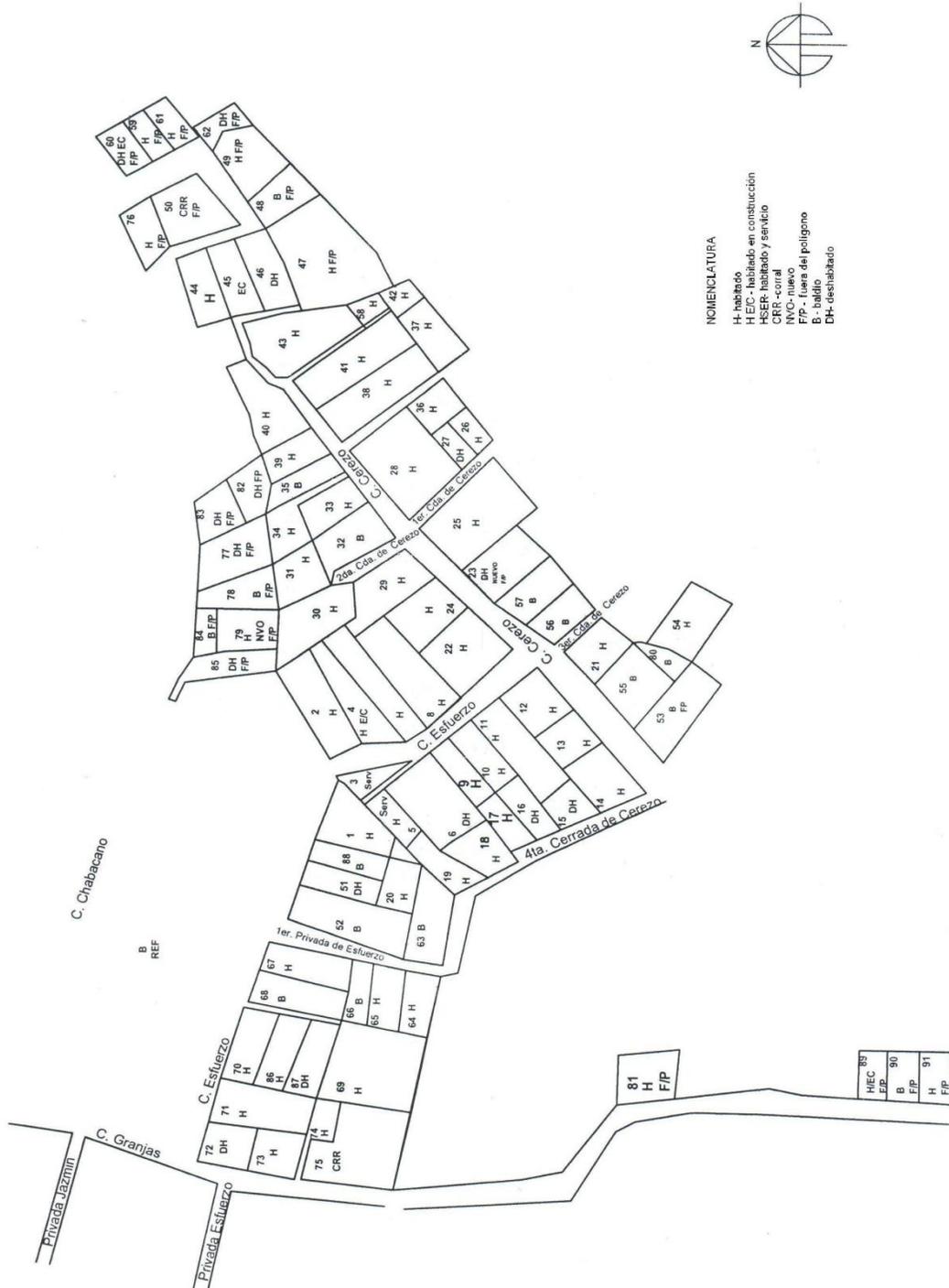
Tabla 5.1 Tipología de la vivienda en Xaxalipac.

TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA	
H	Habitado
E/C	En Construcción
SER	Servicio
CRR	Corral
NVO	Nuevo
B	Baldío
DH	Deshabitado
F/P	Fuera del Polígono

Fuente: Delegación Tlalpan, 2010



XAXALIPAC POL. 202
SAN MIGUEL TOPILEJO
 RESPONSABLE: JORGE FLORES
 FECHA: 19 FEBRERO 2010



Fuente: Delegación de Tlalpan, 2010

Figura 5.4 Plano general de Xaxalipac.



De los 91 lotes existentes en el asentamiento 58 están habitados con 211 habitantes en 59 familias, uno es de servicio, 16 están deshabitados y 16 son lotes baldíos (ver figura 5.5).

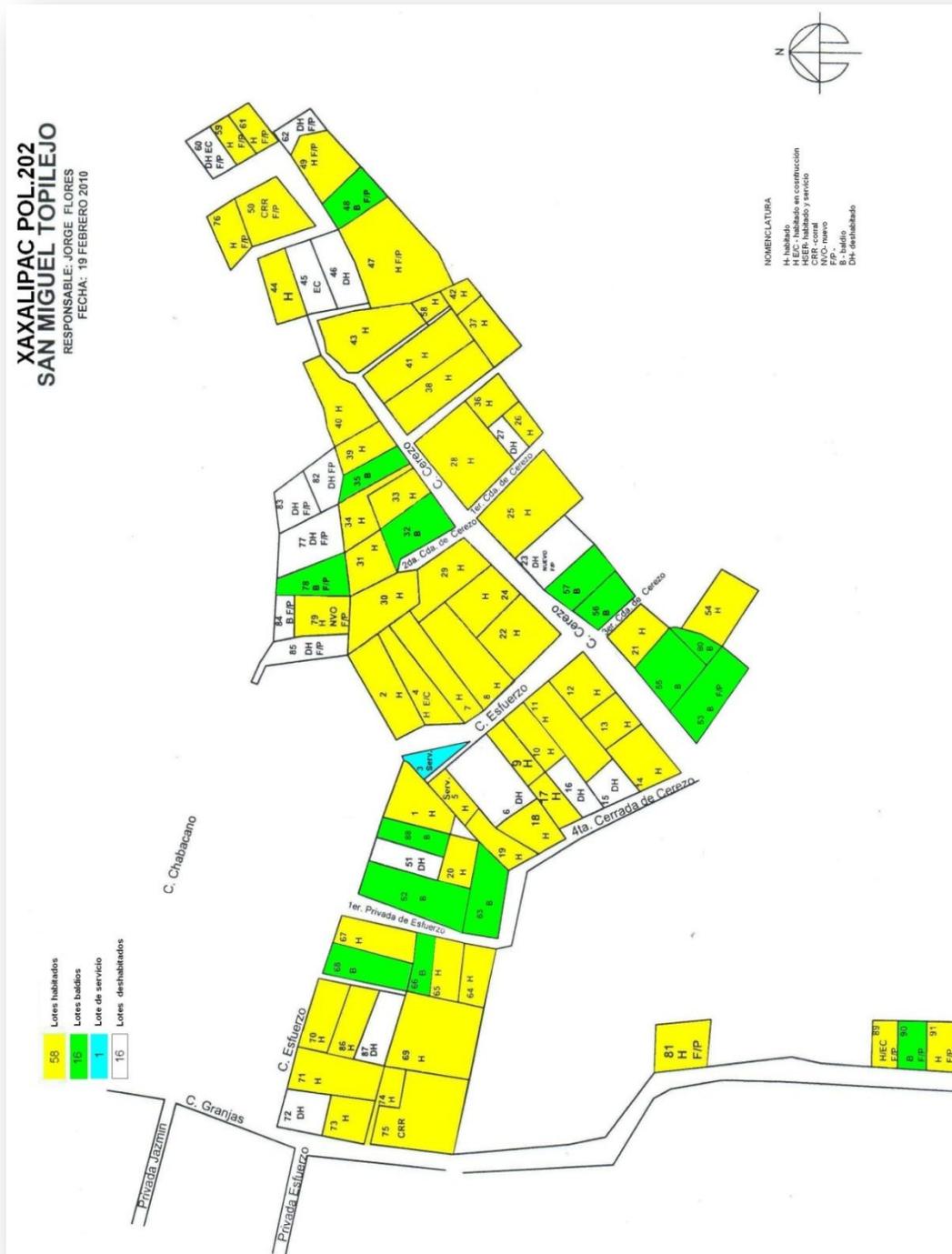


Figura 5.5 Lotificación.



En el Anexo 1 se pueden apreciar los mapas referentes al lugar, su lotificación, fotografías aéreas y otros que se utilizaron como material de apoyo para la identificación del asentamiento.

Con el proyecto PMIC, el asentamiento irregular Xaxalipac se ubicó en un nivel socioeconómico medio bajo; es decir, que no cuenta con todos los servicios pero están ubicados en zonas semiurbanas. Las viviendas que se localizan en este lugar son principalmente casas de tabique y con losa, de las cuales, varias de ellas se encuentran aún en construcción (PMIC, 2002).

De acuerdo a los anteriores estudios realizados en asentamientos, los principales contaminantes atmosféricos esperados en Xaxalipac y sus posibles daños al ambiente y la salud se encuentran (PRIA, 2009):

- **Partículas:** Causadas principalmente por la erosión y la quema de residuos. Las partículas, además de un problema estético, reducen la visibilidad y causan daños a la salud; específicamente a las vías respiratorias donde partículas menores a $2.5 \mu\text{m}$ se introducen a los pulmones y llegan a afectar su funcionamiento causando infecciones, enfisema pulmonar, entre otros.
- **Monóxido de carbono (CO):** Las principales causas de su presencia es por la defecación al aire libre y la erosión provocada por falta de pavimentación.
- **Hidrocarburos no quemados (HC) y compuestos orgánicos volátiles (COV):** Los HC se forman por combustión incompleta de combustibles fósiles y los COV se emiten por la evaporación de solventes y combustibles. Estos contaminantes incluyen especies químicas como las dioxinas y furanos producidos por la quema de plásticos, que son cancerígenos, y otros por su reactividad en la atmósfera, que son precursores de ozono.
- **Ozono (O_3):** Se forma al reaccionar el NO_2 con la luz solar, aumentando su concentración en presencia de HC y COV.
- **Óxido de Nitrógeno (NO_2):** Se origina de la combustión completa y de la quema de combustibles con impurezas de nitrógeno.

Para iniciar el estudio en el asentamiento, como primer paso, se envió una carta a la Delegación Tlalpan comunicándoles el asentamiento seleccionado y solicitando una visita preliminar, la fecha y hora propuesta para la realización, con vehículo y personal designado.

5.3 Visita y diagnóstico preliminar

Durante el recorrido se llevaron a cabo dos actividades de manera conjunta: la toma de fotografías (ver Anexo 2) y observaciones referentes al tema de manejo de los RSU como: quema de residuos, lotes creados como tiraderos, materia fecal en las calles así como otras características que servirán de base para el diagnóstico preliminar y las propuestas de resultados de este estudio.



Figura 5.6 Visita preliminar al asentamiento.

Con la primera visita se tiene el siguiente diagnóstico preliminar:

El manejo de residuos es inadecuado, se emplean recipientes improvisados como contenedores domésticos para el almacenamiento *in situ* de los RSU, principalmente, bolsas de polietileno y costales.

Durante el recorrido se observaron varios tiraderos a cielo abierto, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5.7 Tiraderos a cielo abierto en el asentamiento.

En los tiraderos a cielo abierto los animales esparcen los residuos en búsqueda de comida ocasionando un riesgo indirecto por la proliferación de animales como: moscas, mosquitos, ratas y cucarachas; portadores de microorganismos que transmiten enfermedades.



Referente a los residuos de manejo especial se encontró material de construcción o cascajo abandonado en lotes baldíos o a orillas de las calles (ver figura 5.8).



Figura 5.8 Residuos de manejo especial en el asentamiento.

Por medio de observación directa se pudo detectar las principales causas de contaminación atmosférica en Xaxalipac. Las fuentes identificadas fueron:

- Defecación al aire libre.
- Quema de residuos, de hierba sobre el lote a fincar y madera.

A continuación se describe a detalle cada uno de los problemas mencionados:

Defecación al aire libre

Hay una gran cantidad de animales en el asentamiento, entre ellos: gatos, perros, aves de corral, borregos, caballos y aves de jaula.

Muchos de los animales, en especial los perros ya sean domésticos o callejeros, representan parte del problema de contaminación del aire por defecar en la calle. La razón de esto es que varios perros suelen ser alimentados por distintas personas del asentamiento sin hacerse responsables de su defecación.



Figura 5.9 Animales en el asentamiento.

En el caso de los borregos, a pesar de que no pertenecen al asentamiento de Xaxalipac, sí se utilizan los terrenos del mismo para pastarlos, dejando en su recorrido materia fecal cerca de la zona habitacional del asentamiento (ver figura 5.10).



Figura 5.10 Animales que pastan en el asentamiento.

La defecación de los animales provoca la existencia de partículas en el aire, incluyendo coliformes fecales y otras bacterias, que traen como consecuencia enfermedades gastrointestinales, además de afectar estéticamente pues producen un efecto negativo a la vista y generan mal olor.



Figura 5.11 Materia fecal en el asentamiento.

Quema de residuos

Durante la visita se identificaron sitios en donde se realiza la quema de residuos, de la hierba sobre el lote a fincar y madera, esto representa un grave problema de contaminación del aire pues producen partículas, CO e hidrocarburos (ver figura 5.12).



Figura 5.12 Quema de residuos en el asentamiento.

Una vez realizado el diagnóstico preliminar se llevó a cabo el diseño de material de apoyo para obtener la información faltante y la planeación para la muestra representativa del universo de trabajo.



5.4 Planeación del trabajo de campo y diseño del material de apoyo

Para planear el trabajo de campo se revisaron estudios anteriores efectuados en la zona de trabajo, entre ellos: el Programa de Reducción de Impacto Ambiental-Ocotla (PRIA-Ocotla) y el Programa de Manejo Integral de Contaminantes-San Miguel Topilejo (PMIC).

Dentro de las actividades planeadas se realizó una segunda visita con el fin de presentar al equipo de trabajo de la UNAM con los habitantes del asentamiento y dar a conocer el objetivo y justificación del trabajo.

Se diseñó una encuesta para obtener la información faltante. La aplicación de la encuesta fue el mismo día de la segunda visita a una muestra representativa de la población. A la par de la encuesta se hizo la invitación a participar en el estudio de los RSU generados en el asentamiento, explicándoles en qué consistía el estudio y su participación en el.

El diseño de la encuesta abarcó diferentes elementos: el estudio socioeconómico, las características del predio y preguntas relacionadas con el manejo de los RSU (ver Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Encuesta socioeconómica y de características del predio

ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES				A																					
Poblado: San Miguel Topilejo																									
Asentamiento: Xaxalipac																									
Polígono:	ID:	Fecha:	Uso de lote																						
202			H																						
ESTUDIO SOCIOECONÓMICO																									
Encuestado																									
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre:																							
Escolaridad		Ocupación																							
	1. Sin estudios 2. Primaria 3. Secundaria 4. Carrera técnica 5. Bachillerato 6. Licenciatura 7. Posgrado		1. Campesino 2. Obrero 3. Empleado 4. Empleado público 5. Profesionista 6. Ama de casa 7. Trabaja por su cuenta	8. Desempleado 9. Pensionado o jubilado																					
Datos de los Ocupantes		Servicios																							
N° de dependientes económicos: _____		Luz: Reg Irreg																							
N° de familias: _____		Agua: Pipa Tan																							
N° de habitantes del lote: _____		1. Alumbrado 2. Teléfono 3. Cam compactados 4. Empedrado 5. Contenedores de basura 6. Camión recolector																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">*y/o Cimentación perimetral*</td> <td style="width: 20%;">Con castillos colados</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Con castillos sin colar</td> <td></td> </tr> </table>					*y/o Cimentación perimetral*	Con castillos colados			Con castillos sin colar																
y/o Cimentación perimetral	Con castillos colados																								
	Con castillos sin colar																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">*Se delimita con las construcciones que contiene*</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>					*Se delimita con las construcciones que contiene*																				
Se delimita con las construcciones que contiene																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">*Sólo se encuentran indicados sus vértices con*:</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Postes de concreto</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Postes de madera</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Postes metálicos</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Varillas</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pintura</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Otro (especifique)</td> <td></td> </tr> </table>					*Sólo se encuentran indicados sus vértices con*:				Postes de concreto			Postes de madera			Postes metálicos			Varillas			Pintura			Otro (especifique)	
Sólo se encuentran indicados sus vértices con:																									
	Postes de concreto																								
	Postes de madera																								
	Postes metálicos																								
	Varillas																								
	Pintura																								
	Otro (especifique)																								



Tabla 5.2 Encuesta socioeconómica y de características del predio

ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES			A _____		
Participación en el muestreo de RSU					
En una bolsa se depositan todos los RSU generados en las próximas 24 hrs; al día siguiente esta bolsa es recogida y simultáneamente se entrega la segunda bolsa, así por 8 días.					
Sí	No	¿Por qué?			
* CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO *					
Se encuentra delimitado con (marque con una x)					
No tiene delimitaciones físicas					
En la sección siguiente se puede elegir más de una opción					
Barda de	Block acomodado				
	Block pegado				
	Ladrillo (rojo) acomodado				
	Ladrillo (rojo) pegado				
	Mampostería de piedra				
	Piedra acomodada				
	Tabique acomodado				
	Tabique pegado				
El predio tiene zaguán o puerta de acceso:					
		Zaguán	Puerta	Cortina	
Metálico					
De madera					
De malla ciclónica					
Otro (especifique):					
Color:					
N°. Total de construcciones:					
Introducción de Fauna					
		Tipo	Descripción	Número	
Doméstica		Granja			
Doméstica		Granja			
Doméstica		Granja			
Doméstica		Granja			
Niveles construidos incluyendo planta baja					
Número:					
¿Se encuentra en proceso de construcción?					
		Sí	NO		
y/o Cerca de					
		Alambre de púas			
		Alambre recocado			
		Fustes de árbol			
Estructura de muros					
Bastidor de madera					
Bastidor de metal					
Castillos					
Castillos sin colar					
Cadenas					
Cadenas sin colar					
Columnas					
Columnas sin colar					
Trabes					
Trabes sin colar					
Otro (especifique)					
Material puertas					
NO tiene puertas					
Aluminio					
Herrería					
Madera					
Plástico					
Otro (especifique)					
Ventanas					
NO tiene ventanas					
Aluminio					
Herrería					
Madera					
Plástico					
Otro (especifique)					
Distribución del predio					
Patio:		Sí	NO		
Jardín:		Sí	NO		
Conservada		Sí	NO		
Superficie agrícola		Sí	NO		
Otro:					
Actividades antropogénicas					
Descarga de residuos líquidos a cielo abierto		Sí	NO		
Uso de vehículo		Sí	NO		
Extracción de suelo y subsuelo		Sí	NO		
Extracción forestal		Sí	NO		
Actividades industriales		Sí	NO		
Observaciones					



Tabla 5.2: Encuesta socioeconómica y características del predio

ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES A _____

Colocación del techo	
Horizontal	
Plano inclinado	
A dos aguas	
Bóveda	
Otro (especifique)	

RESPONSABLES

LEVANTAMIENTO

Nombre	
--------	--

CAPTURA

Nombre	
--------	--

ENCUESTA DE RSU

1. ¿Cuál es la frecuencia de recolección en su colonia?	
una vez por semana	
dos veces por semana	
tres veces por semana	
diario	
ocasionalmente	
no sabe	

9. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del Departamento de Limpia	
Bote con tapa	
Bote sin tapa	
Caja de madera	
Caja de cartón	
Bolsa de plástico	
Otro	

2. Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?	
a. Sí b. A veces c. No se	

10. ¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?	
Los lleva al tiradero	
Los lleva a un contenedor	
Los quema	
Los entierra	
Espera a que pase el camión	

3. ¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su colonia, debido a que no se presta el servicio?	
a. Sí b. No c. No se	

12. ¿Considera que es suficiente el número de días que pasa el camión recolector?	
a. Sí b. No c. No se	

4. ¿Cuenta con el barrido de calles en su colonia?	
a. Sí b. No c. No se d. A veces	

5. ¿Separa usted la basura en residuos orgánicos e inorgánicos?	
a. Sí b. No	

13. El trato hacia usted de los empleados que recogen la basura es:	
Amable	
Indiferente	
Grosero	
No se	

6. Si es así, ¿Comercializa los materiales separados?	
a. Sí b. No	

8. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?	
Bote con tapa	
Bote sin tapa	
Caja de madera	
Caja de cartón	
Bolsa de plástico	
Fosa	
Otro	

14. ¿Cuál es la frecuencia de barrido?	
Lunes	
Martes	
Miércoles	
Jueves	
Viernes	
Sábado	
Domingo	

15. El barrido se realiza:	
En forma manual	
Otra	
Especifique:	



Tabla 5.2 Encuesta

ENCUESTA DE RSU																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">16. ¿Cómo clasificaría la limpieza de su calle?</td> </tr> <tr> <td>Muy limpia</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td>Limpia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Con algo de basura</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Con mucha basura</td> <td></td> </tr> </table>	16. ¿Cómo clasificaría la limpieza de su calle?		Muy limpia		Limpia		Con algo de basura		Con mucha basura		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">21. ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?</td> </tr> <tr> <td>a. Sí b. No c. A veces</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> </table>	21. ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?		a. Sí b. No c. A veces			
16. ¿Cómo clasificaría la limpieza de su calle?																	
Muy limpia																	
Limpia																	
Con algo de basura																	
Con mucha basura																	
21. ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?																	
a. Sí b. No c. A veces																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">18. ¿Proporciona a los trabajadores del Departamento de Limpia, propinas por la recolección de basura?</td> </tr> <tr> <td>a. Sí b. No c. No se</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> </table>	18. ¿Proporciona a los trabajadores del Departamento de Limpia, propinas por la recolección de basura?		a. Sí b. No c. No se		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">24. ¿Qué hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Los tiro a la basura</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Los quemo</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Los entierro</td> <td></td> </tr> </table>	24. ¿Qué hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?		Los tiro a la basura		Los quemo		Los entierro					
18. ¿Proporciona a los trabajadores del Departamento de Limpia, propinas por la recolección de basura?																	
a. Sí b. No c. No se																	
24. ¿Qué hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?																	
Los tiro a la basura																	
Los quemo																	
Los entierro																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">19. ¿Sabe usted si existe un Reglamento de Limpieza en el Municipio?</td> </tr> <tr> <td>a. Sí b. No</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> </table>	19. ¿Sabe usted si existe un Reglamento de Limpieza en el Municipio?		a. Sí b. No		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">25. ¿Qué se quema en la zona?</td> </tr> <tr> <td>Llantas</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td>Basura</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Terrenos baldíos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Animales muertos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td></td> </tr> </table>	25. ¿Qué se quema en la zona?		Llantas		Basura		Terrenos baldíos		Animales muertos		Otros	
19. ¿Sabe usted si existe un Reglamento de Limpieza en el Municipio?																	
a. Sí b. No																	
25. ¿Qué se quema en la zona?																	
Llantas																	
Basura																	
Terrenos baldíos																	
Animales muertos																	
Otros																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">20. ¿Existe libre acceso en su casa para el personal del servicio de limpia?</td> </tr> <tr> <td>a. Sí b. No</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> </table>	20. ¿Existe libre acceso en su casa para el personal del servicio de limpia?		a. Sí b. No														
20. ¿Existe libre acceso en su casa para el personal del servicio de limpia?																	
a. Sí b. No																	

El resultado de las encuestas se encuentra en el Anexo 4.

Obtención de la muestra

De acuerdo a la norma NMX-AA-061-1985, a partir del riesgo seleccionado α se adopta un tamaño de premuestra, siempre y cuando el universo de trabajo se encuentre entre los 300 y 500 elementos. Dado que nuestro universo de trabajo contiene 91 elementos, fue necesario calcular el tamaño de la muestra representativa para un nivel de confianza del 90% (ver NOM-Anexo No.3).

Para obtener la muestra representativa, se realizó lo siguiente:

Tomando en cuenta que el tamaño de la muestra depende del error permitido, el nivel de confianza y que es de carácter finito, nos basamos en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{p^2 N}{\left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 (N-1) + p^2} \quad \text{ec. (1)}$$

$p=0.5$, dado que es el máximo valor de error estándar. Sustituyendo éste valor en la ecuación uno tenemos:

$$n = \frac{0.25 N}{\left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 (N-1) + 0.25} \quad \text{ec. (2)}$$

donde:

- $N=58$ lotes habitados en el asentamiento.
- $\alpha=10\%$ nivel de error.
- $Z=1.64$ con un nivel de confianza del 90%.



Sustituyendo los valores en la ecuación dos obtenemos que $n=31$.

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 (N - 1) + 0.25} = \frac{0.25(58)}{\left(\frac{.10}{1.64}\right)^2 (58 - 1) + 0.25} = 31.4$$

Identificación de lotes

Para identificar el lote a encuestar se siguieron los lineamientos establecidos en la norma NMX-AA-061-1985 (ver Anexo 3), la cual involucra la numeración progresiva y la selección aleatoria de los lotes o elementos a encuestar.

Para elegir aleatoriamente los 31 lotes requeridos como mínimo, se partió de la tabla contenida en la norma NMX-AA-061-1985 tabla de números aleatorios (ver Anexo 3). En ésta tabla aparecen 500 números de 5 dígitos, ordenados en 10 columnas de 50 números cada una y debido a que el universo de trabajo está formado por 91 elementos -dos dígitos-, se fijaron los siguientes criterios para seleccionarlos:

- Los dos últimos dígitos.
- De arriba hacia abajo.
- De izquierda a derecha.

De la tabla de números aleatorios, los que cumplieron con los tres criterios de selección se muestran a continuación (ver tabla 5.3), con amarillo se destacan los que son menores al número de elementos existentes en el universo de trabajo; es decir, los que son menores al lote identificado con el número 91. Esto se hace para no seleccionar un número mayor, por ejemplo, en el caso del número 95, que cumpliendo con los tres criterios de selección, no podría localizarse en los planos porque no existe; ya que el último lote numerado fue el 91.

Tabla 5.3 Números seleccionados según criterios establecidos en la NMX-AA-061-1985.

67	52	11	85	09	92	62	35	14	62
83	53	49	48	31	94	58	38	14	60
83	98	14	25	31	04	39	30	23	98
74	74	51	95	47	69	04	48	93	70
66	41	25	29	74	65	13	87	75	51
74	69	12	42	52	54	31	94	75	53
99	09	97	35	83	55	39	19	09	63
54	10	17	97	67	24	48	18	32	89
85	60	59	10	19	08	93	98	93	45
25	76	44	96	81	54	10	75	24	57
59	56	79	10	41	02	93	15	51	42
34	45	30	17	32	28	83	45	04	10
66	16	43	59	50	20	80	40	57	71



Tabla 5.3 Números seleccionados según criterios establecidos en la NMX-AA-061-1985.

79	84	25	32	51	75	69	58	18	53
87	50	33	03	75	51	85	48	90	28
20	12	22	07	84	64	62	10	63	95
86	07	98	17	34	02	75	70	54	75
85	58	20	38	71	07	32	19	97	51
61	15	55	15	51	09	94	74	53	37
07	92	98	80	33	67	37	38	39	14
33	60	88	86	89	32	04	44	37	95
26	61	39	12	95	95	35	92	50	08
80	89	91	55	04	72	37	92	83	20
79	72	83	68	30	54	59	96	52	34
47	97	47	39	71	28	41	41	33	83
16	31	04	83	52	37	67	15	07	29
65	36	14	65	05	14	85	40	22	12
50	82	02	82	14	28	41	98	04	48
15	76	82	38	65	84	66	30	75	29
83	03	98	80	67	55	60	19	57	40
89	32	87	73	36	36	30	83	32	84
05	85	92	60	41	31	95	75	14	01
14	82	99	75	67	08	57	72	56	18
65	89	03	41	09	84	42	61	64	03
51	11	36	81	48	77	98	24	15	21
21	86	44	73	52	83	52	78	90	74
72	42	99	80	50	82	53	21	19	15
09	94	83	22	93	45	57	50	66	58
00	88	33	26	11	93	48	10	52	72
66	92	22	73	95	59	57	77	84	67
69	63	12	42	73	78	36	63	40	40
44	15	14	78	91	51	25	94	34	41
40	36	26	76	71	94	64	17	39	11
89	19	63	71	16	55	95	80	67	24
18	17	99	52	21	09	05	95	18	26
92	22	94	83	49	89	09	39	15	04
84	45	46	83	31	85	41	19	23	13
42	01	58	44	88	82	52	19	28	12
51	78	88	57	03	64	76	04	12	25
59	64	16	44	49	49	65	72	53	14



Algunos elementos que resultaron seleccionados en la tabla anterior serán descartados por distintas causas, entre ellas:

- En el lote seleccionado no hay vivienda.
- La vivienda está abandonada.
- Los habitantes de la vivienda no pueden o no quieren participar.

Previniendo esta situación se tomaron 65 números aleatorios de la tabla siguiendo el orden establecido por los criterios de selección -por columna y de arriba hacia abajo-. Debido a que algunos números se repiten, de los 65 elementos seleccionados quedaron 47; los cuales se muestran en la siguiente tabla, en la que se ordenan de menor a mayor para facilitar su ubicación en el plano lotificado del polígono 202 del universo de trabajo.

Tabla 5.4 Lista de números aleatorios seleccionados

Cons	Aleat	Cons	Aleat	Cons	Aleat
1	5	16	34	32	61
2	7	17	40	33	65
3	9	18	41	34	66
4	10	19	42	35	67
5	12	20	44	36	69
6	14	21	45	37	72
7	15	22	47	38	74
8	16	23	50	39	76
9	18	24	51	40	79
10	20	25	52	41	80
11	21	26	53	42	83
12	25	27	54	43	84
13	26	28	56	44	85
14	31	29	58	45	86
15	33	30	59	46	87
		31	60	47	89

Después de la selección aleatoria de lotes, se realizó la localización de cada uno de los 47 elementos en el mapa, para determinar que no cumplan con ninguna de las causas por las que un lote tendría que ser descartado -citadas anteriormente-, quedando en total 32 lotes (ver tabla 5.5).

Tabla 5.5 Lista de números seleccionados.

Cons	Aleat	Cons	Aleat	Cons	Aleat
1	5	11	26	22	58
2	7	12	31	23	59
3	9	13	33	24	61
4	10	14	34	25	65
5	12	15	40	26	67



Para llevar a cabo la segunda visita a Xaxalipac e iniciar con el estudio de generación de residuos sólidos se dirigió una carta a la Delegación Tlalpan, solicitando presentar al grupo de trabajo de la UNAM con los miembros de la mesa directiva del asentamiento, especificando fecha y hora de partida de las oficinas de la Delegación, con vehículo y personal designado.

Previo al estudio de generación de residuos y de acuerdo a las NMX, se realizó la recolecta de residuos generados –Operación Limpieza-. Dado que para el estudio se requiere de diversos materiales –bolsas de polietileno, etiquetas, palas, guantes de carnaza, básculas, tambo, etc.- se envió una solicitud a la Delegación especificando la duración del estudio y el material necesario para el muestreo de residuos generados.

5.5 Aplicación y resultados de encuestas

Durante la 2da. visita a Xaxalipac se llevó a cabo una reunión con algunos habitantes del asentamiento, entre ellos los miembros de la mesa directiva, para informales el objeto del estudio y las actividades a realizar durante el mismo.

Se realizó el recorrido por la zona para localizar cada uno de los 32 lotes elegidos y determinar la posibilidad de participar en el estudio, explicándole a la familia en qué consistiría el estudio, cuál sería su participación e indicar que durante el estudio se investigaría el número de habitantes que se encontraban en la vivienda.

Dado que algunos de los lotes seleccionados no simpatizaban con la mesa directiva del asentamiento Xaxalipac haciéndose pertenecer a otro asentamiento; Xaxaloc, se presentó una causa más por la que un lote podría ser descartado, mostrándose este caso en 7 elementos de los 32 seleccionados.

Simultáneamente fue aplicada la encuesta, los resultados de éstas pertenecen a 26 lotes. Los datos obtenidos serán ordenados y analizados para obtener información que se empleará para los resultados.

En términos geográficos, 58 elementos habitados forman parte del polígono 202, pero por situaciones de carácter interno, 7 elementos fueron descartados; contando para el proyecto con solo 51 lotes habitados de donde se lograron levantar 26 encuestas (ver Anexo 4).

El que disminuya el número de lotes habitados y encuestas levantadas requerirá conocer el nivel de confianza que se tiene para este nuevo universo de trabajo.



Cálculo del nivel de confianza. Utilizando la ecuación dos:

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 (N-1)+0.25} \quad \text{ec. (2)}$$

y dado que:

$N=51$ lotes habitados.

$n=26$ lotes encuestados.

Se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 5.6 Nivel de confianza obtenido con 26 lotes encuestados.

Método de distribución normal			
PERTENECIENTES A XAXALIPAC		P ² =0.25	
LOTES ENCUESTADOS	LOTES HABITADOS	NIV. DE CONFIANZA	ENCUESTAR
26	51	95%	46
		94%	43
		93%	40
		92%	36
		91%	33
		90%	30
		89%	27
		88%	24
		87%	21
		86%	19
		85%	17
		84%	15
		83%	13
		82%	12
		81%	10
		80%	9

Por lo tanto, para 26 elementos encuestados el nivel de confianza corresponde al 88%.

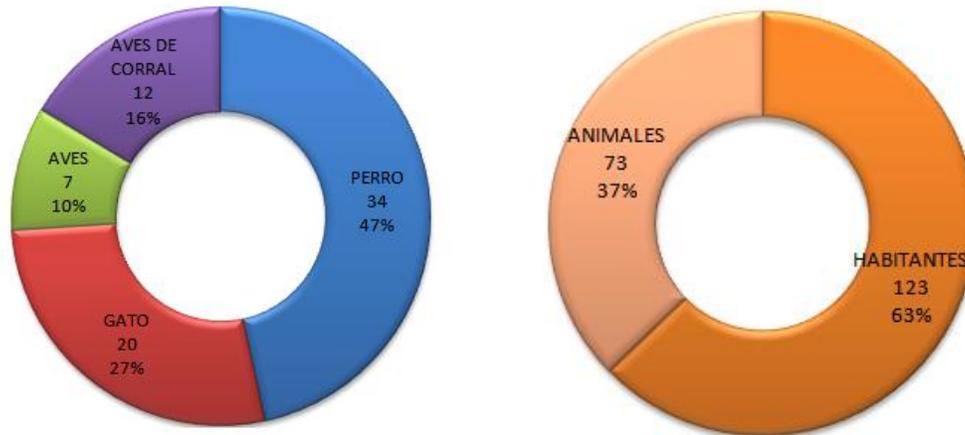
A partir de las visitas al asentamiento y los resultados arrojados por las encuestas, en Xaxalipac se tiene el siguiente manejo de RSU.

Generación. Los hábitos de consumo de los pobladores de Xaxalipac son urbanos, entre otras características, estas son las que dan fundamento a considerar lo anterior:

- El 100% de los habitantes encuestados realizan sus compras en centros comerciales.
- De acuerdo al nivel socioeconómico, medio-bajo, la composición de los residuos es en menor contenido de residuos de jardinería, aumentando otro tipo de residuos como los empaques.
- En poblaciones urbanas hay mayor cantidad de residuos plásticos como las bolsas de polietileno, ya que son más comunes en el almacenamiento de residuos generados y el 41 por ciento de los encuestados los usan con ese fin.



La materia fecal de los animales es otro residuo que se genera en el asentamiento. Las siguientes gráficas muestran la cantidad en porcentaje y variedad de los animales que hay a partir de las 26 encuestas que se realizaron.



Gráfica 5.1 Existencia de animales y su comparación con respecto a la cantidad de habitantes en el asentamiento en porcentaje.

Con los datos contenidos en la gráfica 5.1 se tiene que en promedio existen 4.7 habitantes y 1.2 perros por vivienda (ver ecuación 3 y 5), sin considerar a los perros callejeros observados.

$$\frac{\text{Total de hab. de los lotes encuestados}}{\# \text{ de lotes encuestados}} = \frac{123}{26} = 4.7 \frac{\text{hab.}}{\text{vivienda}} \quad \text{ec. (3)}$$

$$\frac{\# \text{ total de perros}}{\text{Total de hab. de los lotes encuestados}} = \frac{34}{123} = 0.27 \frac{\text{perros}}{\text{hab.}} \quad \text{ec. (4)}$$

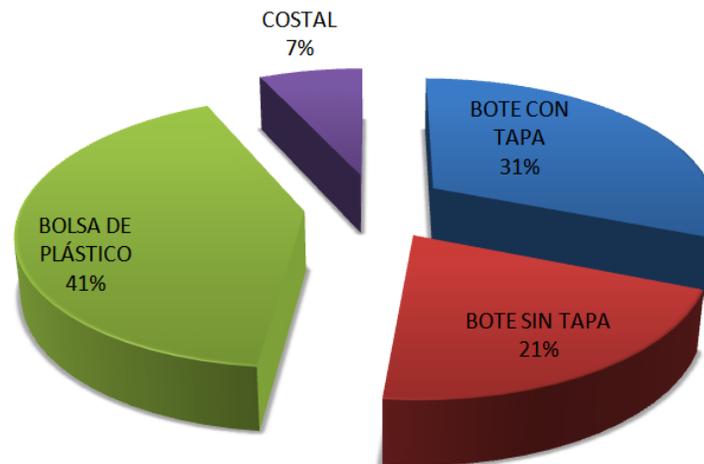
$$\left(\frac{\text{perros}}{\text{hab.}}\right) \cdot \left(\frac{\text{hab.}}{\text{vivienda}}\right) = 1.2 \frac{\text{perros}}{\text{vivienda}} \quad \text{ec. (5)}$$

Estos datos equivalen a 6.12 kg de heces caninas generadas diariamente en los 51 lotes habitados del asentamiento, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\left(1.2 \frac{\text{perros}}{\text{vivienda}}\right) \cdot 51 \text{ lotes} \cdot \left(.10 \frac{\text{kg}}{\text{perro}}\right) = 6.12 \text{ kg} \quad \text{ec. (6)}$$

Almacenamiento

De acuerdo a los resultados de la encuesta, en la etapa de almacenamiento *in situ* se emplea una gran variedad de contenedores de RSU, predominando el uso de las bolsas de polietileno con un 41 por ciento y botes de plástico con tapa y sin tapa en un 31 y 21 por ciento respectivamente (ver gráfica 5.2).



Gráfica 5.2 Recipientes utilizados en almacenamiento *in situ*.

Recolección y transporte

Xaxalipac cuenta con dos métodos para la recolección de sus residuos: recolección de parada fija y recolección por contenedores fijos.

El primer método, con una frecuencia de dos veces por semana, miércoles y domingos, donde el camión recolector de los residuos es un vehículo de caja cilíndrica (ver figura 5.14) de carga lateral con una capacidad de 10 m³.



Figura 5.14 Recolección y transporte

La recolección de los residuos se realiza en cuatro puntos de parada fija en el asentamiento, tal y como se muestra en el siguiente mapa.

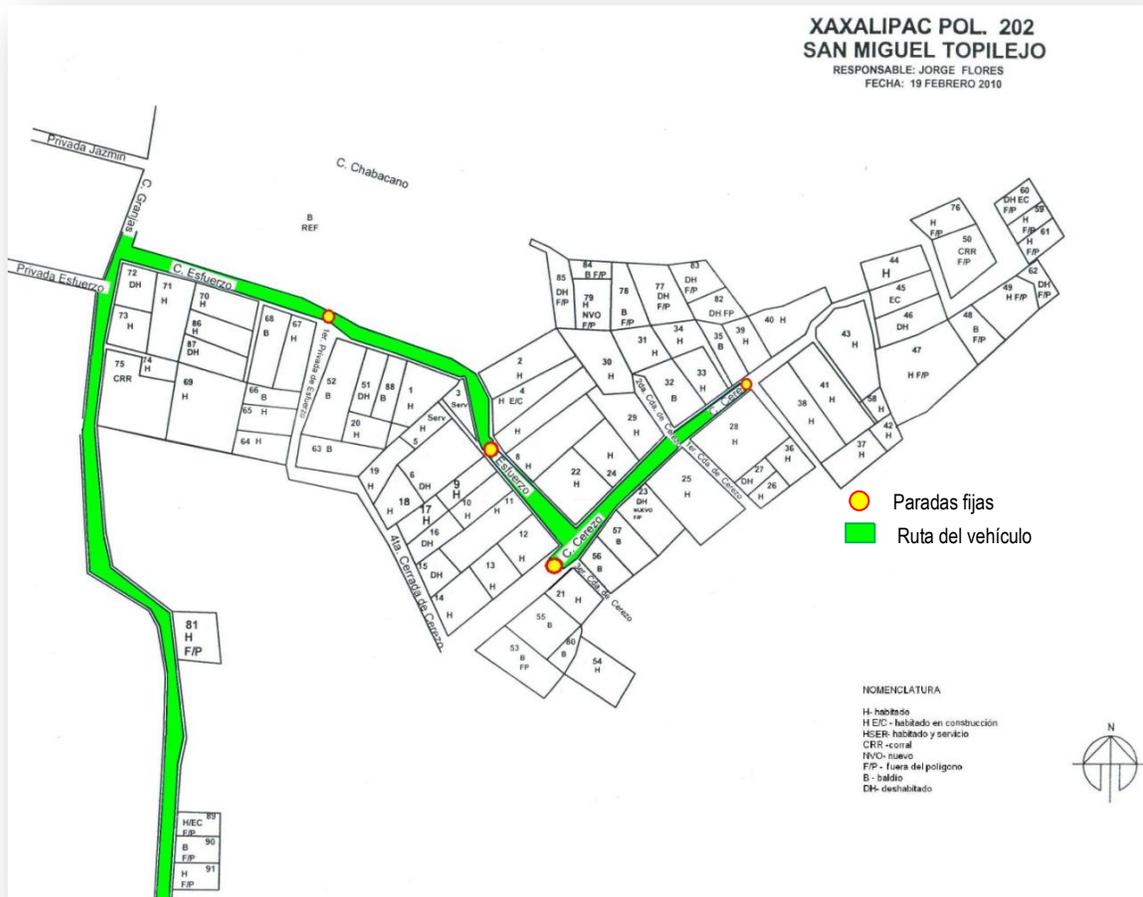


Figura 5.15: Ruta del vehículo recolector de residuos.

La segunda opción para los habitantes de Xaxalipac, es salir del asentamiento y en el entronque con la carretera federal a Cuernavaca en el km. 95, se localizan unos contenedores de metal en los que es posible depositar sus residuos (ver figura 5.16).

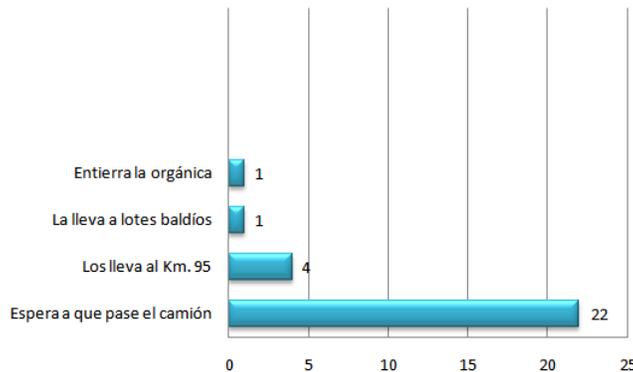


Figura 5.16 Contenedores de almacenamiento temporal.

Estos contenedores se encuentran a una distancia aproximada de 3.4 km de Xaxalipac, distancia que se recorre en 42 min. caminando u 8 min. en vehículo y lo doble en un viaje de ida y regreso.

De los resultados de la encuesta se concluye que el 84.6% de la población en Xaxalipac entrega sus residuos al camión recolector, el 15.4%, de los habitantes se trasladan a los contenedores fijos a depositar sus residuos y el 3.8% arrojan los residuos a algún lote baldío o barranca (ver gráfica 5.3).

LO QUE SE HACE CON LOS RESIDUOS SI NO PASA EL CAMIÓN DE LA BASURA



Gráfica 5.3 Disposición de los RSU.

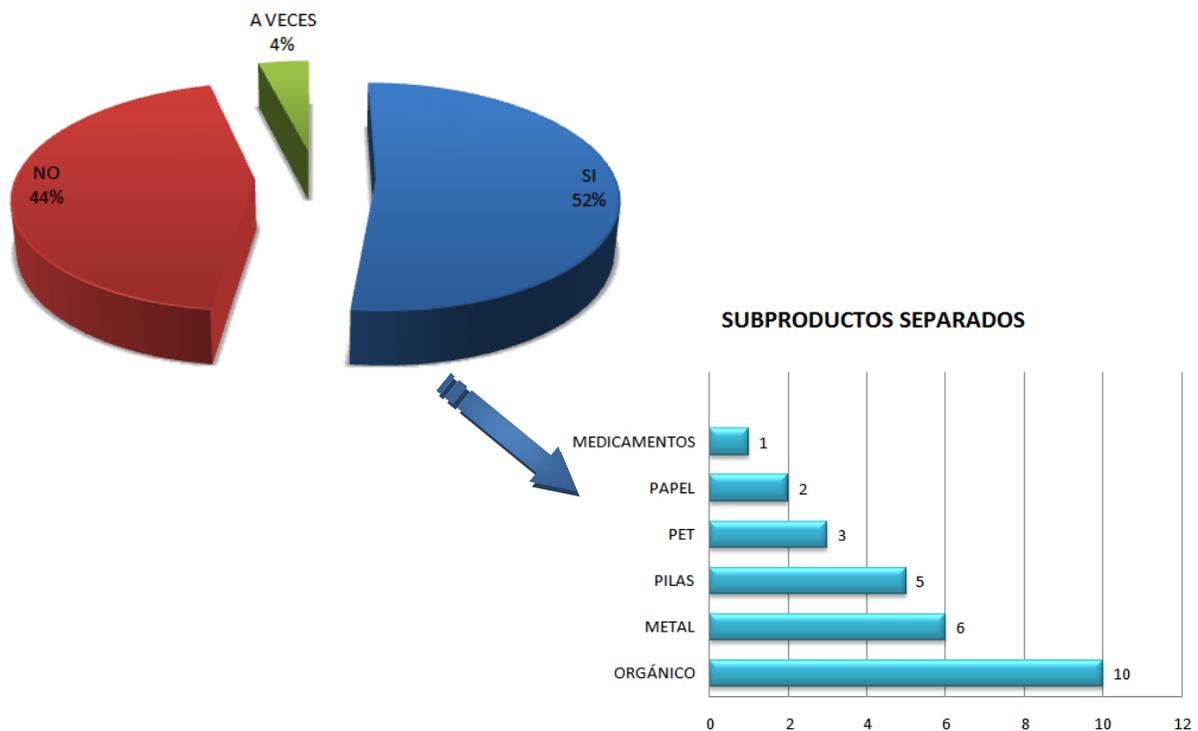
Transferencia

Al tratarse de una comunidad pequeña no se requiere de una estación de transferencia en la zona, los vehículos recolectores que dan servicio a Xaxalipac pertenecen a la Delegación Tlalpan, la estación de transferencia que les brinda servicio se ubica en el km. 5.5 de la carretera Picacho-Ajusco (Valenzuela, s/f).



Tratamiento

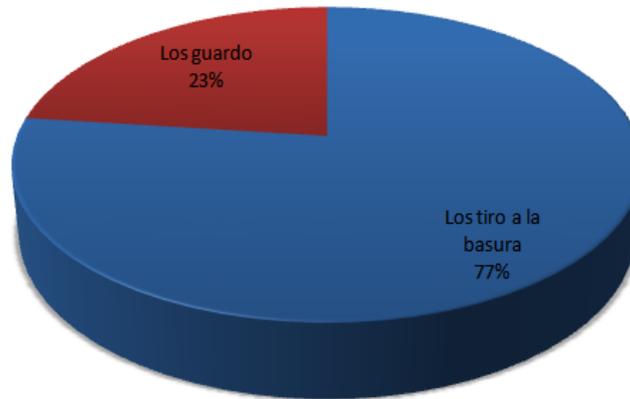
El 52% de los habitantes encuestados realizan la separación de sus residuos en orgánicos e inorgánicos. A su vez, de los inorgánicos varios habitantes recuperan el PET, metal, papel, pilas y medicamentos (ver gráficas abajo).



Gráfica 5.4 y 5.5 Actividad de separación de los RSU en el asentamiento y subproductos separados.

Los residuos orgánicos son utilizados como abono o alimento para animales. Para los materiales valorizables, los habitantes del asentamiento suelen acumularlos para después donarlos a personas dedicadas a la venta de este material ya sea metal, PET, papel o periódico.

En el caso de los residuos peligrosos, pilas y medicamentos, un 77 por ciento de los pobladores los deposita junto con el resto de los residuos y un 23 por ciento los guarda (ver gráfica 5.6).



Gráfica 5.6 Manejo de los residuos peligrosos.

El 23 por ciento de los habitantes guardan los residuos peligrosos con dos fines: en el caso de las pilas, para depositarlas en los contenedores especiales ubicados en los centros comerciales; en el caso de los medicamentos, para disolverlos en agua.

Disposición final

Los residuos recolectados se llevan al relleno sanitario Bordo Poniente.

En ocasiones, cuando los habitantes no entregan sus residuos al camión recolector los depositan en un lote baldío, ubicado entre la calle Arenal y Las Granjas (ver figura 5.17).



Figura 5.17 Lote baldío utilizado como tiradero.



5.6 Generación de residuos sólidos

El levantamiento del muestreo se realizó en un lote baldío del asentamiento de Xaxalipac, ubicado al suroeste del polígono 202, identificado como lote 53. En el sitio se colocó una lona en el suelo para llevar a cabo este trabajo.

De acuerdo a las NOM empleadas y siguiendo el orden de las mismas, el cálculo de la generación per-cápita; es decir, la cantidad promedio de residuos generados por persona y por día se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la norma NMX-AA-061-1985 "Determinación de la generación" (ver Anexo 3).

Para el estudio realizado en el asentamiento Xaxalipac, se eligió un riesgo $\alpha = 0.22$, mismo que establece un tamaño de muestra n igual a 24 elementos para este mismo riesgo.

El trabajo de campo realizado consistió en las siguientes actividades:

1. Integración del conjunto definitivo de viviendas en las que se realizará el muestreo.

Con la lista de números aleatorios obtenida anteriormente y las familias que aceptaron participar se integró la lista definitiva que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.7 Lista de lotes definitivos para la muestra.

Cons	Aleat	Cons	Aleat
1	4	14	30
2	5	15	33
3	7	16	40
4	9	17	41
5	10	18	42
6	11	19	43
7	14	20	54
8	18	21	64
9	19	22	65
10	25	23	73
11	26	24	74
12	28	25	86
13	29	26	89

Los lotes fueron ordenados por brigadas de acuerdo a su cercanía; dado que la brigada morada sólo quedó con 3 lotes, se decidió incluirla en la brigada naranja.



Tabla 5.9: Lotes ordenados por brigada.

Brigada Naranja		Brigada Azul		Brigada Verde	
Cons	Aleat	Cons	Aleat	Cons	Aleat
3	7	2	5	1	4
10	25	9	19	4	9
11	26	21	64	5	10
13	29	22	65	6	11
14	30	23	73	7	14
15	33	24	74	8	18
16	40	25	86	20	54
17	41	26	89		
12	28				
18	42				
19	43				

2. Identificación de los elementos definitivos con etiquetas en un lugar visible.

En la norma NMX-AA-061-1985 se establece que se deben identificar los lotes con pintura amarilla en la acera, se realizó una modificación a dicho requerimiento empleando etiquetas; ya que en las calles no se cuenta con acera y así se evitó inconformidad de los habitantes por pintar parte de su propiedad.

Las etiquetas ofrecen la ventaja de que al pasar por la última muestra para el estudio se despeguen sin ningún problema.



5.18 Etiquetas para la identificación de los lotes.



De esta manera, los elementos de la lista definitiva fueron marcados con etiquetas de su color correspondiente a la brigada en un lugar visible.

3. “Operación Limpieza”

Es la realización de la descacharrización y recolecta de residuos generados hasta un día antes, viernes 6 de Agosto, del periodo en que se realizará el muestreo. Los residuos recolectados en la Operación Limpieza fueron descartados y dispuestos en los contenedores del km. 95.

Una vez realizada esta operación se hizo entrega de la primera bolsa para la recolección de la primera muestra para el siguiente día –sábado 7 de Agosto-.

Con la descacharrización se asegura que al día siguiente en las casas no habrá residuos acumulados de los días anteriores y la bolsa que se entregó ese mismo día, 6 de Agosto, contendrá únicamente los residuos generados en un solo día.

Las bolsas que se repartieron fueron identificadas con una etiqueta, en la que se indicó el lote de la casa y un espacio en blanco para anotar el número de personas que estuvieron y/o contribuyeron en la generación de los residuos sólidos.



Figura 5.19 Material para los elementos definitivos que participaran en el estudio.

4. Recolección de la primera muestra –sábado 7 de Agosto-.

Se recoge la primera bolsa entregada el día anterior, viernes 6 de Agosto, con los residuos generados en el día. Simultáneamente a esta recolección, se entregó la segunda bolsa en la que se almacenan los residuos del día dos, que será recolectada el día domingo 8 de Agosto, siendo éste el



segundo día del muestreo. Esta actividad se repite durante los siete días del estudio hasta el viernes 13 de Agosto.

5. Recolección de las muestras.

Esta acción se realizó dividiéndose en 3 brigadas, cada brigada una ruta, con el fin de agilizar el trabajo.



Figura 5.20 Recolección de muestras.

Si al momento de la recolección, los habitantes no se encontraban en casa, se continuaba en las siguientes casas y una vez terminada la ruta de la brigada, se regresaba a las faltantes con el fin de obtener el mayor número de muestras logrando así obtener un promedio de 26 muestras diarias.

Los casos más comunes por los cuales no se entregaron los residuos son:

- Ausencia de personas en el horario de recolección de muestras.
- El día anterior a la recolección, los habitantes salieron y por lo tanto no generaron basura.

Cuando por algún motivo no se obtenía la muestra en el registro se anotaba 0 (cero kg.) y no se tomó en cuenta para la obtención del promedio.

6. Pesaje de los residuos generados por cada vivienda.

Esta actividad se realizó en el lote baldío identificado con el número 53 que fue descrito anteriormente.

Después de recolectar todas las muestras, se pesó cada una de ellas con una báscula de diez kilogramos con precisión de un gramo y descontando el peso de las bolsas de polietileno que se asignaron para la recolección.



Figura 5.21 Peso de las muestras.

5.6.1 Generación per-cápita

El registro diario se muestran en el Anexo 5 y el resumen de los siete días se presenta en la tabla 5.9 en el cual se incluye el promedio, calculado eliminando los días en que no se tiene registro. Por ejemplo, en la muestra número 4 para calcular el promedio, se sumaron los registros descartando el día domingo 8 en que no se tiene dato y se divide entre 6, que es el número de días en que hubo registro.

Tabla 5.9 Resumen de la generación per-cápita

Número consecutivo	Días							Generación per-cápita
	Sábado 7	Domingo 8	Lunes 9	Martes 10	Miércoles 11	Jueves 12	Viernes 13	
1	3.652	1.88	2.12	1.597	1.361	1.991	1.621	0.7335
2	0.289	0.736	0.75	1.21	0.42	0.657	0.263	0.1375
3	1.002	1.301	2.25	1.843	0.23	0.866	1.802	0.3629
4	1.196	0	0.98	0.948	1.211	1.424	0.897	0.1754
5	0.965	2.295	0.64	0	1.026	0.297	0.544	0.2003
6	1.635	0.285	1.11	0.738	1.201	1.695	7.056	0.3811
7	1.155	0.475	0.47	2.559	1.02	0.706	0.928	0.3067
8	0.305	0.455	0.597	0.862	0.181	0.905	0.88	0.2989
9	0.859	2.925	0.695	0.356	0.201	0	4.266	0.5013
10	3.915	0.276	0.4	0.216	0.181	0.184	0.611	0.3010
11	1.495	0.136	0.29	0.972	2.461	0	0.201	0.3086
12	0.595	0.766	0.865	0.638	0.301	0.391	0.231	0.1768
13	1.432	0.651	0.273	2.252	0.226	0.597	0.171	0.1730
14	0.509	0.656	4.35	0.234	0.876	0.738	0.231	0.2599
15	3.55	0.456	0	0.178	0.25	0.537	0	0.6142

**Tabla 5.9** Resumen de la generación per-cápita

Número consecutivo	Días							Generación per-cápita
	Sábado 7	Domingo 8	Lunes 9	Martes 10	Miércoles 11	Jueves 12	Viernes 13	
16	1.99	3.261	1.37	1.085	0.646	0.447	0.988	0.2515
17	1.925	1.286	0.84	1.319	1.991	0.661	0.609	0.4110
18	1.055	4.271	0.48	1.172	0.841	1.037	0	0.4851
19	0.242	0.2	0.683	0.183	0.131	0.587	0.48	0.1526
20	0.705	0.455	0.54	0.52	0.647	0.651	0.626	0.1393
21	0.982	0.756	0.07	0.454	0.366	0.336	0.8	0.1344
22	0.482	0.646	0.395	0	0	0	0.795	0.1549
23	0.223	0.306	1.09	0.506	0.666	0.538	0.506	0.1139
24	0.879	4.841	1.025	0	1.816	0	3.331	0.5329
25	1.3075	1.07	1.055	1.306	0.715	0.992	1.161	0.2507
26	0.315	1.641	0.32	0.95	0.181	0	0.236	0.1562

5.6.2 Análisis de observaciones sospechosas

De acuerdo a la norma NMX-AA-061-1985, para aceptar o rechazar observaciones sospechosas es necesario ordenar los 26 elementos de la premuestra en orden creciente y numerarlos como se muestra en la tabla 5.10.

Tabla 5.10 Generación per-cápita ordenada en forma creciente.

Número consecutivo	Número aleatorio	Generación per-cápita	Número consecutivo	Número aleatorio	Generación per-cápita
1	73	0.1139	14	30	0.2599
2	64	0.1344	15	18	0.2989
3	5	0.1375	16	25	0.3010
4	54	0.1393	17	14	0.3067
5	43	0.1526	18	26	0.3086
6	65	0.1549	19	7	0.3629
7	89	0.1562	20	11	0.3811
8	29	0.1730	21	41	0.4110
9	9	0.1754	22	42	0.4851
10	28	0.1768	23	19	0.5013
11	10	0.2003	24	74	0.5329
12	86	0.2507	25	33	0.6142
13	40	0.2515	26	4	0.7335



Seguendo el criterio de Dixon citado en la norma NMX-AA-061-1985 (ver Anexo 3) se calculó el valor estadístico r con las siguientes ecuaciones:

Cuando se sospecha del elemento máximo de la premuestra:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad \text{ec. (7)}$$

Cuando se sospecha del elemento mínimo de la premuestra:

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \quad \text{ec. (8)}$$

donde:

X = elemento de la premuestra.

n = número de observaciones o elemento mayor.

1 = el elemento menor.

$$i = n - (j - 1) \quad \text{ec. (9)}$$

j = elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

El valor obtenido para el estadístico r debe ser comparado con el valor estadístico permisible $r_{1-\alpha/2}$, correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza o riesgo utilizado α y el número de observaciones realizadas -elementos de la premuestra n . Ver Anexo 3 en NMX-AA-061-1985, tabla "Criterio para rechazo de observaciones restantes".

Para ello se requiere obtener primero el valor estadístico permisible, utilizando los siguientes datos y la ecuación diez:

$$1 - \frac{\alpha}{2} \quad \text{ec. (10)}$$

donde $\alpha = 0.22$

Sustituyendo el valor de α en la ecuación anterior se tiene:

$$1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{0.22}{2} = 1 - 0.11 = 0.89$$

Apoyándonos en la tabla "Criterio para rechazo de observaciones restantes" y tomando el valor de 0.89 para las 26 observaciones, más de 24 que se realizaron en este estrato, se tiene que:

$$r_{1-\alpha/2} = 0.3544$$

Para este valor hubo la necesidad de interpolar; ya que en la tabla no se encontraba para 0.89 como se muestra a continuación:



Tabla 5.11 Criterio para rechazo de observaciones restantes

	.80	.90
25-∞	.304	.360

Fuente: NMX-AA-061-1985

Interpolando para obtener el valor de $r_{1-\alpha/2}$.

0.8	0.304
0.89	$r_{1-(\alpha/2)}$
0.9	0.36

$$\frac{0.9 - 0.89}{.36 - r_{1-(\frac{\alpha}{2})}} = \frac{0.9 - 0.8}{0.36 - 0.304}$$

$$\frac{0.01}{.36 - r_{1-(\frac{\alpha}{2})}} = \frac{0.1}{0.056}$$

$$-0.3544 = -r_{1-(\frac{\alpha}{2})}$$

$$0.3544 = r_{1-(\frac{\alpha}{2})}$$

Para la muestra fueron considerados como sospechosos los dos primeros datos -cola inferior- y los dos últimos -cola superior-, lo cual significa que $j = 2$.

Análisis de la "cola superior". Para aceptar o rechazar el elemento 26, que es el máximo de la premuestra, se tiene lo siguiente:

Como $j = 2$,

Entonces: $X_j = X_2$, que es el elemento dos de la tabla 5.9;

$$X_2 = 0.1344$$

Como $n = 26$,

Entonces: $X_n = X_{26}$, que es el elemento 26 de la tabla 5.9;

$$X_{26} = 0.7335$$

Para calcular el valor de i , se sustituyen los valores:

$$n = 26$$

$$j = 2$$

En la ecuación nueve

$$i = 26 - 1 = 25$$

Entonces: $X_i = X_{25}$, que es el elemento 25 de la tabla 5.9;



$$X_{25} = 0.6142$$

Con los valores obtenidos y sustituyéndolos en la ecuación siete se obtiene lo siguiente:

$$r = \frac{0.7335 - 0.6142}{0.7335 - 0.1344} = \frac{0.1193}{0.5991} = 0.1991;$$

$$r = 0.1991$$

$$\text{Como } r = 0.1991 < r_{1-\alpha/2} = 0.3544$$

Se acepta el elemento y por lo tanto se aceptan también los otros cuatro que integran la cola superior puesto que son menores al aceptado.

Análisis de la "cola inferior". Para aceptar o rechazar el elemento uno que es el menor de la lista se tiene lo siguiente:

Como $j = 2$,

Entonces $X_j = X_2$, que es el elemento dos de la tabla 5.9;

$$X_2 = 0.1344$$

$X_1 = 0.1139$, que es el elemento uno de la tabla 5.9

Para calcular el valor de i se sustituyen los siguientes valores:

$$n = 26$$

$$j = 2$$

En la ecuación nueve

$$i = 26 - 1 = 25$$

Entonces $X_i = X_{25}$, que es el elemento 25 de la tabla 5.9;

$$X_{25} = 0.6142$$

Con los valores obtenidos y sustituyéndolos en la ecuación ocho

$$r = \frac{0.1344 - 0.1139}{0.6142 - 0.1139} = \frac{0.0205}{0.5003} = 0.0410$$

$$r = 0.0410$$



Como

$$r = 0.0410 < r_{1-\alpha/2} = 0.3544$$

Se acepta el elemento y por lo tanto se aceptan también los otros dos que integran la cola inferior puesto que son mayores al aceptado.

En otras palabras observamos que no existen resultados discrepantes que pertenezcan a la población y por lo tanto no se produjeron equivocaciones en la metodología aplicada en las muestras con menor y mayor generación per cápita.

5.6.3 Media, mediana y desviación estándar

En este caso no se rechazó ningún elemento sospechoso, por lo tanto, con los 26 elementos de la premuestra se calcula el promedio, la media y la desviación estándar que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.12 Resultados del análisis estadístico

CONCEPTO	VALOR
Promedio	0.2685 kg/hab*día
Media	0.2557 kg/hab*día
Desviación estándar	0.1415

5.6.4 Determinación del tamaño real de la muestra

Para determinar si el número de elementos que se analizaron es adecuado se sigue el procedimiento señalado en la norma NMX-AA-061-1985 (ver Anexo 3).

Este cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$n_1 = \left(\frac{t \cdot S}{E} \right)^2 \quad \text{ec. (11)}$$

donde

n_1 = tamaño real de la muestra.

E = error muestral, para este caso se utilizó $E = 0.04$ que está dentro del rango recomendado en la norma NMX-AA-061-1985.

S = desviación estándar de la premuestra.

t = percentil de la distribución " t " de Student correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado. Ver tabla "Percentil de la distribución $t(1 - (\frac{\alpha}{2}))$ " en Anexo 3, NMX-AA-061-1985.

La variable n_1 , tamaño real de la muestra, es el número mínimo de elementos que debería tener la muestra. Si resulta mayor que el número de muestras analizadas, n ($n_1 > n$), entonces se deberán



realizar nuevas pruebas, en caso de que resulte menor o igual a n se acepta la cantidad de muestras observadas.

Para determinar el valor del percentil t es necesario calcular el valor $1 - \left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

Con un $\alpha = 0.22$ tomado en este muestreo se tiene que:

$$1 - \left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1 - 0.11 = 0.89$$

Por lo tanto, el valor t se busca en la columna t_{89} .

Para conocer el valor de t con t_{89} y 26 observaciones fue necesario interpolar a partir de los valores encontrados en la tabla antes citada; ya que en esta no existe la columna para t_{89} .

0.9	1.316
0.89	t
0.85	1.058

$$\frac{0.85 - 0.89}{1.058 - t} = \frac{0.85 - 0.90}{1.058 - 1.316}$$

$$\frac{-0.04}{1.058 - t} = \frac{-0.05}{-0.258}$$

$$1.2644 = t$$

Entonces, con t_{89} y un total de 26 observaciones se obtiene:

$$t = 1.2644$$

Con los siguientes datos:

$$S = 0.1415 \text{ (ver tabla 5.11)}$$

$$E = 0.04, \text{ valor que se encuentra dentro del rango recomendado en la norma NMX-AA-061-1985}$$

Al sustituir los valores en la ecuación 11 se tiene lo siguiente:

$$n_1 = \left(\frac{1.2644 \cdot 0.1415}{0.04}\right)^2 = \left(\frac{0.1789}{0.04}\right)^2 = 20.018$$

$$n_1 = 20.018$$

Como:

$$n = 26$$

$$n_1 = 20$$

$$n > n_1$$

Por lo tanto se toman las 26 observaciones.



5.6.5 Análisis de confiabilidad

Como lo establece la norma NMX-AA-061-1985, es necesario realizar un análisis de confiabilidad para aceptar o rechazar los resultados estadísticos de la muestra. Esta etapa consiste en realizar una prueba de hipótesis en dos colas para definir si la media muestral, \bar{X} , es igual o difiere de la media poblacional, μ .

Para este análisis se establecen las hipótesis nula, H_0 , y la alternativa, H_1 , de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} H_0: \bar{X} &= \mu \\ H_1: \bar{X} &\neq \mu \end{aligned}$$

Se calcula el parámetro t con la siguiente expresión de la ecuación 12:

$$t = \frac{\mu - \bar{X}}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{ec. (12)}$$

donde:

- μ = media poblacional
- \bar{X} = media muestral
- S = desviación estándar
- n = número de observaciones

Además se sabe que $\mu - \bar{X} = E$

Donde E = error muestral.

Al sustituir los valores en la ecuación 12, se obtiene que:

$$\begin{aligned} t &= \frac{0.04}{\frac{0.1415}{\sqrt{26}}} = 1.441; \\ t &= 1.441 \end{aligned}$$

A continuación se consulta la tabla "Percentil de la distribución t ", incluida en Anexo 3, NMX-AA-061-1985, de la que se obtiene con 26 observaciones -grados de libertad- los siguientes valores:

- $t_{(0.9)} = 1.315$, para el 80% de confiabilidad.
- $t_{(0.95)} = 1.706$, para el 90% de confiabilidad.

Como $t_{(0.95)} = 1.706 > t = 1.441$



Se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa con una confiabilidad del 90%. Es decir, que se tiene el 90 por ciento de confiabilidad de que la muestra muestral tomada contiene los parámetros necesarios para ser considerada del universo de trabajo y por lo tanto no es necesario realizar un nuevo muestreo.

5.6.6 Peso volumétrico in situ

Siguiendo el procedimiento señalado en las normas:

NMX-AA-015-1985 Muestreo - método de cuarteo.

NMX-AA-019-1985 Peso Volumétrico "*in situ*".

Método de Cuarteo

1. Se tomaron las bolsas conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación.
2. Las bolsas se vaciaron sobre una lona, evitando la mezcla de los residuos con tierra, formando un montón sobre un área plana horizontal y realizar el método de cuarteo (ver figura 5.22).



Figura 5.22 Residuos utilizados en el método de cuarteo.

3. El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o biello hasta homogeneizarlo, después se divide en cuatro partes iguales aproximadamente, se eliminan dos partes opuestas repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg. de residuos, con los cuales se debe hacer la selección de subproductos. Como para este caso la muestra inicial representaba un poco menos de los 50 kg. no fue necesario dividirlo.



Figura 3.23 Homogenización de la muestra.

Determinación del Peso Volumétrico

- De acuerdo a la norma NMX-AA-015-1985 (ver Anexo 3), una vez homogeneizados los residuos se llena un tambo de 200 litros con los mismos en tres etapas.

La primera consta en llenar el tambo hasta un tercio del mismo y golpear en tres ocasiones el recipiente contra el suelo dejándolo caer desde una altura de 10 cm, repitiendo la misma actividad a los dos tercios y cuando se encuentre lleno hasta el tope, obteniendo al final 9 golpes en total.



Figura 5.24 Llenado del tambo de 212 L.

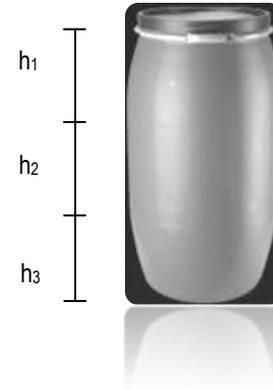


Para este caso se ocupó un tambo de 212 litros, el volumen se obtuvo de la siguiente forma:

Se requieren los siguientes datos:

h₁=0.35 m
h₂=0.34 m
h₃=0.3 m
h_T=0.992 m

r= 0.1965 m
R= 0.29 m
e= 1.83 m



donde:

r = es el radio menor
R = es el radio mayor
e = espesor

circunferencia= 1.83 m

Para la obtención del volumen se requiere de dos ecuaciones; dado que el tambo es irregular.

$$\frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2) \quad \text{ec. (13)}$$

$$\pi r^2 h \quad \text{ec. (14)}$$

Sustituyendo los valores obtendremos 3 volúmenes:

$$V_1 = \frac{\pi h_1}{3} (R^2 + Rr + r^2) = \frac{\pi 0.35}{3} [0.29^2 + (0.29 \cdot 0.196) + 0.196^2] = 0.0659 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \pi r^2 h = \pi (0.196)^2 (0.34) = 0.0898$$

$$V_3 = \frac{\pi h_3}{3} (R^2 + Rr + r^2) = \frac{\pi 0.3}{3} [0.29^2 + (0.29 \cdot 0.196) + 0.196^2] = 0.0565 \text{ m}^3$$

Sumando los tres volúmenes obtenemos:

$$V_T = 0.0659 + 0.0898 + 0.0565 = 0.2121 \text{ [m}^3\text{]}$$

Es decir 212.1 Litros

5. Nuevamente, se agregaron residuos sólidos hasta el tope teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente para evitar alterar el peso volumétrico. Una vez lleno se realizó el razado, esto con el fin de que los residuos lleguen hasta el tope y los que sobresalgan sean eliminados.



Figura 5.25 Razado

6. Se tuvo cuidado al colocar los residuos para que se incluyeran los finos.
7. Para obtener el peso neto de los residuos se pesó el recipiente lleno y se le restó la tara.



Figura 5.26 Peso del recipiente lleno.

El material y equipo utilizado fue el siguiente:

- 1 Tambo de 212 litros
- 2 Palas.
- 1 Báscula de gancho con capacidad de 250 kg.



Equipo de protección personal: guantes, casco, botas, mascarilla, etc.

Las cédulas de registro diario se muestran en el Anexo 5 y los resultados obtenidos del peso volumétrico en cada uno de los siete días del estudio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.13 Peso volumétrico.

PESO VOLUMÉTRICO [kg/m ³]						
SÁBADO 7	DOMINGO 8	LUNES 9	MARTES 10	MIÉRCOLES 11	JUEVES 12	VIERNES 13
100.0000	109.524	83.333	83.333	90.476	73.810	109.524

Los resultados obtenidos indican que el peso volumétrico más alto fue de 109.524 Kg./m³, en los días domingo 8 y viernes 13 y el más bajo fue de 73.810 Kg./m³, que se registró el día jueves 12.

5.6.7 Composición genérica de los residuos sólidos

Este parámetro se determinó según las siguientes NOM:

NMX-AA-015-1985 Muestreo - método de cuarteo.

NMX-AA-022-1985 Selección y cuantificación de subproductos.

La determinación de la composición genérica de los residuos se realizó en cada uno de los siete días que duró el estudio siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

1. La selección de subproductos se realizó con los residuos contenidos en el tambo.
2. Los diferentes subproductos se clasificaron de acuerdo a la lista que se muestra en la tabla 5.14 y se colocaron en bolsas de polietileno y cubetas.
3. En caso de encontrarse materiales no incluidos en la lista se abrió una nueva categoría.
4. Al finalizar la selección queda una mezcla de materiales de difícil identificación -jaleas, líquidos, materia orgánica, etc.- que se agruparon en la división Otros.
5. Cada una de las bolsas con subproductos se pesó con precisión de un gramo y descontando la bolsa de polietileno o en su caso la cubeta.
6. Dentro de la composición, diariamente fueron separados e identificados los residuos peligrosos.

Material y equipo utilizado:

1 Balanza granataria con capacidad de 10 Kg. y sensibilidad de 1 gr.

1 Criba M20 finos.

Cubetas.

Bolsas de polietileno de 1.10 m. x 0.8 m calibre 300.

1 Tambo de 212 L.

Escoba.

Equipo de protección personal: botas, cascos, mascarillas, guantes, ropa de trabajo, etc.



La selección y cuantificación se realizó en el asentamiento (ver figura 5.27).



Figura 5.27 Separación de subproductos.

Los registros diarios se presentan en el Anexo No.5 y el resumen de la composición genérica de los residuos sólidos en porcentaje se muestra en la tabla 5.14.

El porcentaje promedio de cada material se calculó descartando los días con registros nulos. En este estrato se destacan las siguientes observaciones:

De la lista presentada en la tabla 5.14, no se encontraron los siguientes materiales:

- a) Cartón encerado
- b) Cloruro de polivilino
- c) Cuero
- d) Material de construcción

Los materiales que se presentaron en menor porcentaje fueron:

- a) Algodón 0.0587%
- b) Lata de aluminio 0.0804%
- c) Madera 0.04%
- d) Animal muerto 0.03%

Los materiales que se presentaron en mayor porcentaje fueron:

- a) Residuos alimenticios 27.06%
- b) Cera 19.86%
- c) Pañal desechable y toallas sanitarias 13.4954%
- d) Papel sanitario 9.4494%
- e) Polietileno de alta densidad 6.7375%
- f) Polietileno de baja densidad 6.039%



Materiales de mayor valor comercial:

- a) Papel de impresión 5.3426%
- b) Cartón 3.8184%
- c) Aluminio 0.36%
- d) Latas de otros metales 1.93%
- e) PET 3.1597%
- f) Tetrapack 0.9647%
- g) Vidrio de color y transparente 3.6608%

Los residuos peligrosos que se encontraron fueron:

- a) Corrosivo y tóxico: pilas 0.13%
- b) Tóxicos: medicamentos 0.14%

Tabla 5.14 Composición porcentual de los residuos

No.	Subproducto	Ejemplo	Promedio
1	Algodón	Colillas	0.06%
2	Cartón	Cajas	3.82%
3	Cartón encerado	Envases de leche fresca	0.00%
4	Cloruro de polivinilo (PVC, 3)	Tubería, cubiertas de yogurt	0.00%
5	Cuero	Bolsas, zapatos	0.00%
6	Electrónicos		0.18%
7	Hule	Globos	0.68%
8	Lata de aluminio	Lata de refrescos	0.08%
9	Lata de otros metales	Lata de atún	1.93%
10	Loza y Cerámica	Platos, tazas	1.06%
11	Madera		0.04%
12	Material de construcción	Grava, concreto	0.00%
13	Material ferroso	Acero	2.46%
14	Material no ferroso	Papel aluminio, perfiles	0.11%
15	Medicamentos		0.14%
16	Aluminio		0.28%
17	Pañal desechable y toallas sanitarias	Pañales, toallas sanitarias	13.50%
18	Papel de impresión	Periódico, revistas	5.34%
19	Papel	Encerado	1.05%
20	Papel sanitario		9.45%
21	Pilas		0.13%
22	PET (1)	Envases de agua	3.16%
23	Unicel	Vasos, platos desechables	0.25%



Tabla 5.14 Composición porcentual de los residuos

No.	Subproducto	Ejemplo	Promedio
24	Polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD, 2, MDPE)	Envase de leche, shampoo	6.74%
25	Polietileno de baja densidad (LDPE O PEBD, 4)	Bolsas de plástico	6.04%
26	Plásticos varios (otros)	Polipropileno (PP, 5, PS, 6) y núm. 7	5.56%
27	Residuo fino	Polvo, arena	0.37%
28	Residuos alimenticios		27.06%
29	Residuos de jardín		0.38%
30	Semilla y cáscara dura (Fibra vegetal)		5.69%
	Residuos orgánicos		33.13%
31	Tetrapack	Envases de leche, jugos	0.96%
32	Trapo (natural y sintético)	Ropa	4.09%
33	Vidrio de color	Botellas de cerveza	1.19%
34	Vidrio transparente	Botellas	2.47%
35	Otros	Difícil identificación o distintos a los demás	0.67%
36	Pelusa y cabello		0.13%
37	Envolturas		1.06%
38	Animal muerto		0.03%
39	Cera		19.86%

La generación per cápita de residuos generados, la cantidad de residuos generados y los subproductos con mayor porcentaje de generación fueron presentados ante la Delegación como resultados preliminares del estudio, mismos que fueron escritos en una cartulina blanca y pegados en el punto de reunión de los habitantes del asentamiento.

5.7 Estudio de alternativas por etapas

En un sistema de manejo de residuos sólidos urbanos se tiene diferentes etapas según la cantidad de generación y materiales valorizables con potencial de mercado, para el caso de Xaxalipac se tiene el siguiente análisis.

5.7.1 Generación

La generación per cápita (gpc) en el asentamiento de Xaxalipac es de 0.2685 kg/día, generando 56.65 kg/día de RSU por 211 habitantes.

De los 56.65 kg. se suman, aproximadamente, 6.15 kg. de materia fecal canina al día con un total de 62.8 kg de residuos generados diariamente en el asentamiento.



Comparando la generación per cápita del asentamiento con la gpc de la Ciudad de México, de 1.458 kg/hab al día (SEDESOL, 2008), observamos que está por debajo del promedio debido al nivel socioeconómico al que pertenecen.

La generación per cápita es una variable que depende del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas, clasificándose en tres estratos:

Estrato 1: Alto nivel socioeconómico

En asentamientos irregulares se considera que son zonas cercanas al área urbana y por lo tanto tienen una gpc similar a ellas.

Estrato 2: Nivel socioeconómico medio

La gpc es media, debido a que los residuos sólidos generados de estos asentamientos es de tipo urbano y rural consumiendo algunos productos empacados y productos desechables.

Xaxalipac se considera en este estrato ya que a pesar de tener una gpc por debajo del promedio, en el se encuentra el consumo de productos plastificados.

Estrato 3: Nivel socioeconómico bajo

De acuerdo a los hábitos de consumo de sus pobladores, se considera que la gpc es baja, ya que la generación de residuos sólidos es de tipo rural; esto es, no se consumen muchos productos empacados, por lo tanto no se desecha gran cantidad de plástico o cartón, produciéndose en mayor cantidad residuos de tipo orgánico.

Un factor que disminuye el valor real de la gpc es que varios de los subproductos generados en el asentamiento no son entregados al sistema de recolección, como los residuos orgánicos, residuos valorizables y algunos residuos peligrosos.

Conocer la composición y cantidad de los residuos servirá para definir la factibilidad de tratamiento. En lo que se refiere a ello, se analiza lo siguiente:

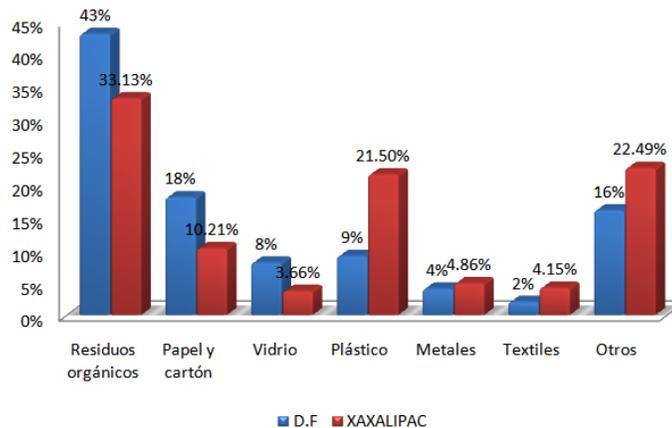
El porcentaje de los residuos orgánicos, 33.13 por ciento, se obtuvo de la suma de los residuos sólidos alimenticios, los residuos de jardín, semilla y cáscara dura. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.15 Residuos orgánicos generados en el asentamiento.

RESIDUOS ORGÁNICOS	PROMEDIO	
	%	kg.
Residuos alimenticios	27.06	15.33
Residuos de jardín	0.38	0.22
Semilla y cáscara dura	5.69	3.22
TOTAL	33.13	18.77



Comparando la generación de subproductos del D.F. (INE-Semarnat, 2002) con la composición de residuos generados por Xaxalipac, observamos que es menor en los subproductos de vidrio, residuos orgánicos, papel y cartón, y mayor en plástico, metales y textiles (ver gráfica 5.7).



Gráfica 5.7 Comparación de la composición D.F.-Xaxalipac.

En el caso de los residuos orgánicos, a los habitantes del asentamiento que participaron en el muestreo, a pesar de que se les indicó que en el transcurso de una semana almacenaran todos sus residuos en las bolsas que se les proporcionaron, varios alimentaban a sus animales con los residuos orgánicos, disminuyendo con ello el porcentaje de este subproducto.

Según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los generadores tienen la responsabilidad en la prevención, reducción y minimización de los mismos. En este sentido, se deben iniciar actividades que reflejen una disminución de su generación (LGPGIR, 2007).

5.7.2 Reducción

La reducción es la actividad más sencilla de disminuir la cantidad generada de RSU, minimizando los residuos tanto en cantidad como en su potencial de causar la contaminación al ambiente.

En cualquier alternativa de prevención, reducción y minimización en la generación de residuos es muy importante contar con la voluntad de los consumidores y generadores, la razón es que son ellos el principal vehículo de generación de RSU al adquirir un producto o servicio y de acuerdo a la Ley, es responsabilidad de todos los que la generan tomar acciones que prevean el incremento o generación de residuos. Las actividades encaminadas a la reducción se mencionan a continuación.

Capacitación y concientización. El propósito de la capacitación y concientización de las personas del asentamiento es que participen en la prevención y disminución de los problemas ambientales a través de los siguientes aspectos (ProMaR, 2009):

- **Conciencia.** Para adquirir sensibilización ante el ambiente y sus problemas sociales.



- **Actitudes.** Para adquirir valores sociales, interés por el ambiente y motivación en participar activamente en su protección y mejoramiento.
- **Conocimiento.** Para el cuidado del ambiente, comprensión de sus problemas y el papel de la humanidad en ellos.
- **Aptitudes.** Para trabajar en la solución de los problemas ambientales así como en la promoción del diálogo entre los diferentes grupos sociales.
- **Participación.** Para desarrollar el sentido de responsabilidad social con respecto a los problemas ambientales, a fin de asegurar la participación informada y comprometida en su solución.

Por medio de campañas informativas se pueden llevar a cabo los aspectos mencionados. Los costos de una campaña varían, depende quien imparta la información a los habitantes del asentamiento y cuántas sesiones se requieran. Un aproximado del costo es el siguiente (PRIA, 2009):

Tabla 5.16 Costo de campaña informativa.

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO
Expositor	Hora	\$300.00	2	\$450.00
Organización (material audiovisual)	Reunión	\$600.00	1	\$600.00
COSTO TOTAL				\$1 050.00

Fuente: PRIA, 2009

Compras inteligentes. El cambiar los hábitos de consumo va de la mano con los productos que se adquieren, para ello, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- Adquirir artículos que realmente se necesitan –pensar antes de comprar- y que no acaben almacenados hasta que sean inservibles y deban desecharse.
- Adquirir productos de larga duración verificando la garantía del fabricante.
- No comprar productos de usar y tirar; tratar de adquirir productos no desechables.
- Usar productos recargables o retornables, no adquirir productos desechables como pilas, envases, encendedores, etc.; sino sus equivalentes pero en versión reutilizable.

Uno de los subproductos que reflejaron un mayor porcentaje durante el muestreo en Xaxalipac fueron los plásticos de baja densidad, con 6.04 por ciento. Este porcentaje representa 102.66 kg. al mes y en su mayoría son bolsas de polietileno utilizadas gran parte para almacenamiento *in situ* de los residuos generados (ver tabla 5.17).

Tabla 5.17 Residuo para su reducción.

Residuo	%	Peso [kg]	Mes [kg]
Polietileno de baja densidad	6.04	3.42	102.66

Las bolsas de polietileno están hechas de un termoplástico que se obtiene del petróleo, un material que tiene un tiempo de biodegradación de más de 400 años. Para reducir este subproducto se propone concientizar a los habitantes del asentamiento acerca de los impactos que causan al ser desechadas ofreciendo nuevas y mejores alternativas, como las bolsas de tela, productos sustitutos más amigables con el ambiente que satisfacen las mismas necesidades y de una mejor manera, ya



que la bolsa de tela ofrece mejor resistencia que la de polietileno de baja densidad y un tiempo de vida útil de cinco años aproximadamente.

Un habitante del D.F. consume 1.61 bolsas de polietileno al día, en promedio a la semana se consumen 44 bolsas por vivienda; es decir, 2294 bolsas al año (El Financiero, 2010). Una bolsa de polietileno tiene una capacidad entre 3 y 5 kg. y una bolsa de tela de 9 kg.; comparándolas, una bolsa de tela tiene una capacidad de hasta 3 veces más que la bolsa de polietileno. Así, por cada bolsa de tela adquirida se ahorran 3 bolsas de polietileno.

Considerando que una familia acude una vez a la semana a los centros comerciales y que requieren en promedio 13 bolsas de polietileno, se necesitarían entre 4 y 5 bolsas de tela (ecolomiza, 2010).

Económicamente hablando, el costo de las 4 o 5 bolsas de tela es menor a las 2294 bolsas de polietileno que se consumirían al año. El precio de una bolsa de tela, cotizada en el D.F., se encuentra entre los \$9.⁵⁰ en Chedraui y \$15.⁰⁰ en WallMart y el de una bolsa de polietileno en \$1.⁰⁰. Considerando aún el precio más alto de la bolsa de tela, se tiene que a largo plazo es menor el costo de comprar 4 o 5 bolsas de telas que las 2294 de polietileno, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.18 Comparativa de precios en un año.

Bolsa de tela	\$	Bolsas de polietileno	\$
4	70. ⁰⁰	2215	2 215. ⁰⁰
5	75. ⁰⁰	2373	2 373. ⁰⁰

Considerando un promedio de vida útil de cinco años, el costo por cinco bolsas de tela se mantendría en \$75.⁰⁰, mientras que para las bolsas de polietileno ascendería a \$11 470.⁰⁰ por las 11 mil 470 bolsas requeridas durante este mismo tiempo. Considerando, con lo anterior, que el consumidor podría evitarse gastar \$2 298.⁰⁰ al año en la compra de bolsas de polietileno, mejorando su calidad de vida y aportando grandes beneficios al medio ambiente, evitando se generen más de una tonelada, 1231.92 kg, al año de estos residuos en el asentamiento, alargando el tiempo de vida del sitio de disposición final.

En el caso de las pilas, el 23 por ciento de la población encuestada las depositan en contenedores especiales ubicados en centros comerciales; por lo que es importante alentar a los habitantes a seguir con estas actividades y recomendar esta opción a quienes aún no lo llevan a cabo. Para ello, se propone, a través de las campañas informativas, dar a conocer las ventajas y desventajas que ofrecen las pilas y las baterías (ver tabla 5.19).

Tabla 5.19 Comparativa entre pilas desechables y recargables.

PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pilas o primarias (desechables)	Son de bajo costo	Algunas aún usan mercurio; el cual es altamente contaminante
	Son fáciles de adquirir	Al ser de un solo uso y desecharse rápido, generan más residuos

**Tabla 5.19** Comparativa entre pilas desechables y recargables.

PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Baterías o secundarias (recargables)	Se manejan todas las medidas estándar	No son recargables
	Opción económica para los aparatos de bajo consumo	Las no alcalinas duran muy poco en aparatos de alto consumo
	Son recargables	La inversión inicial es alta
	Altamente recomendables para aparatos de alto consumo; como cámaras fotográficas	Pierden su recarga en 3 meses aunque no se utilicen
	Una batería recargable sustituye de 200 a 1000 pilas	Sólo existen tres tipos; NiMH (níquel-metal hidruro), Li-ion (ion-litio) y NiCd (níquel cadmio) y se ofrece en tamaños AA y AAA

Fuente: Comprador inteligente, 2010

De acuerdo a estudios realizados por Profeco, las pilas alcalinas que ofrecen un buen nivel de desempeño son las marcas Energizer, Duracell y Radioshack. En el caso de las baterías, las de mejor calidad por mantener constante su capacidad de retención de carga los primeros meses son Energizer, Panasonic y Kodak (Profeco, 2008 y 2009).

Considerando los datos anteriores y comparando los precios en el mercado se obtiene lo siguiente:

Tabla 5.20 Marcas con mejor calidad en productos de pilas desechables y recargables.

MARCA/MODELO/PAÍS DE ORIGEN	# DE FOTOS	DURACIÓN EN USOS TÍPICOS	PRECIO ENCONTRADO / TIENDA EN DONDE SE ADQUIRIÓ	PRECIO POR PILA		
PILAS ALCALINAS (DESECHABLES)	Energizer / e2 / E.U.	79	9 h	\$66. ⁵⁰ paquete con 4 pilas / Chedraui	\$16. ⁶³	
	Duracell / Ultra Digital / E.U.	79	8 h 28 min	\$63. ⁰⁰ paquete con 4 pilas / Walmart	\$15. ⁷⁵	
	Radioshack / Digital Plus / E.U.	77	8 h	\$60. ⁰⁰ paquete con 4 pilas / OXXO	\$15. ⁰⁰	
		TIEMPO DE RECARGA	INVERSIÓN INICIAL (Cargador y 4 pilas)	2 PILAS ADICIONALES		
BATERÍAS (RECARGABLES)	Energizer / CHDCWB-4 / Japón	85	8 h 30 m	\$356. ²⁰	\$98. ¹⁰ / Chedraui	\$49. ⁰⁵
	Panasonic / BQ-390SPC/4K / China	45	2 h	\$670. ⁰⁰	\$120. ⁰⁰	\$60. ⁰⁰
	Kodak / K6000 / China	53	1 h	\$680. ⁰⁰	❖	❖

❖ No se encuentra esta opción en el mercado.

Fuente: Profeco, 2008 y 2009



Considerando que en México, uno de los países con mayor consumo de pilas a nivel mundial, en promedio se consumen 10 pilas al año por persona y tomando en cuenta el precio de la pila desechable más bajo y la inversión inicial más alta se obtiene la siguiente comparativa de costos a largo plazo (INE, 2007).

Tabla 5.21 Comparativa en costos a largo plazo.

AÑO	PILAS DESECHABLES		PILAS RECARGABLES	
	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO
1er año	10 pilas	\$150.00	1 cargador y 4 pilas	\$680.00
2do año	10 pilas	\$150.00		
3er año	10 pilas	\$150.00		
4to año	10 pilas	\$150.00		
5to año	10 pilas	\$150.00		
COSTO TOTAL	50 pilas	\$750.00	1 cargador y 4 pilas	\$680.00

En 5 años una persona usaría en promedio 50 pilas desechables con un costo de \$750.00. Si en lugar de ello comprara pilas recargables realizaría un costo de \$680.00 en el primer año, sin necesidad de realizar otro gasto en mínimo 20 años; ya que las pilas recargables sustituyen de 200 a 1000 pilas desechables. De esta manera, el consumidor adquiere mejores productos y evita desechar mayor cantidad de residuos peligrosos al medio ambiente.

Dentro de los inconvenientes que se presentan en el consumo de pilas alcalinas es el mercado ilegal, en donde este producto dentro de las diferentes marcas como Samsung se adquieren a un precio de \$10.00 un paquete de cuatro pilas. Sin embargo, el desempeño que ofrecen estas marcas, según Profeco es muy deficiente, entre dos y tres horas. Considerando lo anterior, para cubrir un desempeño de nueve horas, tiempo de mejor desempeño, se requerirán 30 pilas al año con un costo de \$300.00 y en un plazo de cinco años un costo de \$1500.00. El precio accesible permite que un número mayor de consumidores los adquieran, a largo plazo esto tiene un impacto en su monedero.

Reducción en la contaminación del aire

Uno de los problemas principales de la contaminación del aire es la defecación de los animales al aire libre. Para reducir este impacto ambiental pueden considerarse las siguientes alternativas:

- **Esterilización:** Evita que los animales se sigan reproduciendo y disminuye la cantidad de estos. El costo de este servicio depende de muchos factores del animal –sexo, tamaño, edad, etc.- y puede estar entre los \$700.00 y \$3 900.00. En ocasiones, se realizan campañas de esterilización y castración gratuitas o a precios accesibles por parte del gobierno del D.F y la Protectora Nacional de Animales A.C.
- **Dormición:** Con el fin de evitar los animales callejeros, para lo cual primero debe preguntarse a los habitantes del asentamiento si quieren adueñarse de alguno de ellos con la responsabilidad que conlleva; los animales que queden sin dueño serán sacrificados. La Delegación Tlalpan ofrece el servicio de dormición de forma gratuita por medio del Servicio Antirrábico, para solicitar este servicio es necesario comunicarse con el Centro de Control Canino (CENCOCAN).



- **Composteo:** Para el caso de las heces de animales domésticos y de granja, que si tengan dueño, se recomienda emplearlas para producir composta, ya que además de disminuir el problema ambiental trae beneficio al que la utiliza.

Para proponer un programa de reuso y reciclaje es necesario establecer la viabilidad económica del mismo, la cual depende de la generación y composición de RSU, y los costos de recolección y transporte hacia los sitios de procesamiento o acopio.

Reuso

Dentro de la etapa de reuso se distinguen dos formas en que los habitantes del asentamiento hacen valer sus residuos orgánicos. Del 33.13 por ciento de estos residuos generados el 56 por ciento de la población encuestada los reutiliza como alimento para animales o se reaprovecha para generar composta; aunque este último requiere de un tratamiento. Al realizar dichas actividades se reduce en un 14.58 por ciento los residuos orgánicos que son entregados al servicio de recolección (ver tabla 5.22).

Tabla 5.22 Reuso de los residuos orgánicos generados.

Residuo orgánico generado	Peso [kg]	Residuo orgánico reutilizado	Peso [kg]	Residuo entregado al servicio de recolección	Peso [kg]
33.13%	18.77	18.55%	10.50	14.58%	8.26

Dado lo anterior, se propone impulsar a los habitantes del asentamiento a seguir llevando a cabo ambas actividades. En el caso de los habitantes que reutilizan estos residuos, se hagan responsables de las heces fecales que se producen y de las consecuencias de no depositar adecuadamente la materia fecal, como la generación de enfermedades infecciosas por los coliformes y otras bacterias encontradas en ellas, además de generar mal olor y el efecto negativo que causa a la vista.

Para el resto, el 44 por ciento, que aún no reutiliza sus residuos orgánicos, se propone concientizarla de los problemas que se presentan, como la generación de lixiviados y fauna nociva, y de los beneficios de compostar sus propios residuos orgánicos capacitándolos a través de otros habitantes del asentamiento que realizan el composteo.

En el caso de los residuos de manejo especial, si bien no es el caso de la tesis el tema de los residuos de manejo especial, se propone una forma de reaprovechar el cascajo y restos de materiales de construcción para el mejoramiento de obra civil en:

- Banquetas y construcción de vialidades.
- Nivelaciones de terrenos con pendientes pronunciadas.
- Muros de contención.

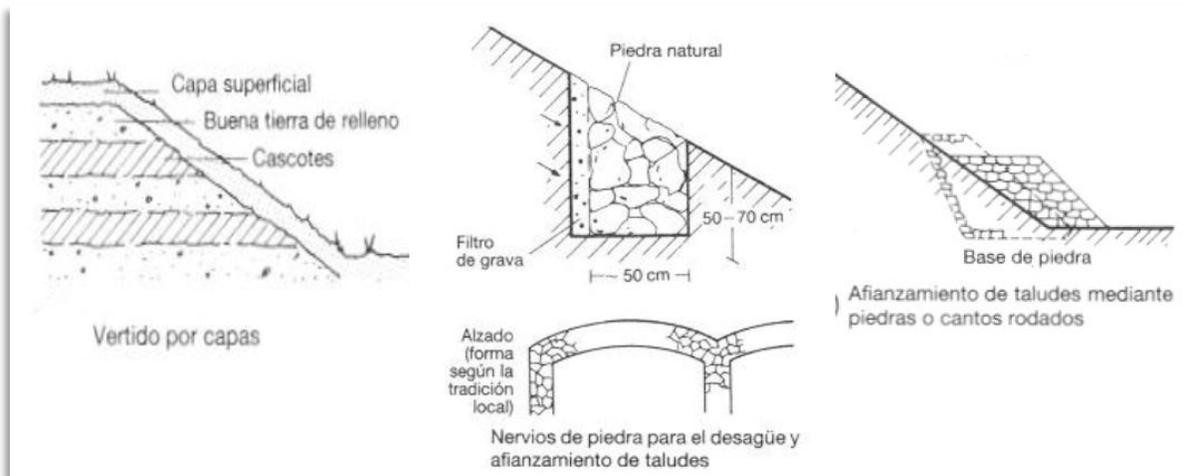


Figura 5.28 Aprovechamiento de cascajo y restos de materiales de construcción.

Es importante aclarar que en el caso de los residuos de manejo especial se requiere de un plan de manejo de obra pública para su aprovechamiento, de lo contrario se tendrían que almacenar. Dado que la metodología no abarca dichos residuos estos no se contabilizaron, mas sin embargo, se propone una forma de reaprovecharlos.

5.7.3 Reciclaje

En esta etapa se consideran los subproductos con material valorizable, para evitar que estos vayan a disposición final y que en lo posible sea una alternativa de beneficio económico, social y ambiental por su separación.

Los materiales valorizables que el asentamiento genera son los siguientes (ver tabla 5.22):

Tabla 5.22 Material reciclable generado en Xaxalipac.

		Generación en promedio al día	
		%	kg.
Metales	Cartón	3.82	2.16
	Aluminio	0.36	0.20
	Material ferroso	2.46	1.39
	Lata de otros metales	1.93	1.09
Papel	Papel	6.39	3.62
	PET	3.16	1.79
Tetrapack		0.96	0.54
Vidrio	De color	1.19	0.67
	Transparente	2.47	1.40

Existen empresas que sirven de intermediarios entre la generación y reciclaje, que tienen como función recuperar los residuos valorizables, ofreciendo a cambio incentivos financieros en dos modalidades:



1. Pago por efecto de compra de materiales valorizables y sin costo alguno de transporte de los mismos del lugar en donde se generan hasta sus centros de almacén; siempre y cuando sean cantidades a partir de 1 tonelada en adelante.

Para evaluar esta modalidad se requiere conocer el tiempo que tarda toda la población del asentamiento en generar 1 tonelada por cada material reciclable (ver tabla 5.23).

Tabla 5.23 Tiempo de generación de 1 ton. de residuos valorizables en Xaxalipac.

		Generación promedio al día			Viabilidad
		[kg]	Días	Meses	
Cartón Metales		2.16	462	15	No viable
	Aluminio	0.20	4903	163	No viable
	Material ferroso	1.39	718	24	No viable
	Lata de otros metales	1.09	915	30	No viable
Papel PET		3.62	276	9	Evaluar viabilidad
		1.79	559	19	No viable
Tetrapack		0.54	1839	61	No viable
Vidrio	De color	0.67	1483	49	No viable
	Transparente	1.40	715	24	No viable

La viabilidad para separar o no los productos valorizables dependerán del tiempo que tarda en generarse 1 tonelada. Para aquellos subproductos que tardan más de un año quedaron eliminados; largos periodos de almacenamiento generan gastos al tener el material valorizable en lugares que deberán ser controlados para evitar se generen plagas nocivas.

El material valorizable que se encuentran en el periodo de generación aceptable, un año, es el subproducto papel, evaluándose económicamente se obtiene lo siguiente (ver tabla 5.24).

Tabla 5.24 Evaluación económica de material valorizable.

Residuo valorizable	Meses en generar 1 ton	Costo por kg.	Valor de 1 ton con el peor de los casos	Retribución por familia	Viabilidad
Papel	9	\$1.00 - \$1.40	\$ 1000.00	\$19.23 c/9 meses	No viable

Fuente: PUMA, 2009

El papel es un subproducto que no por el hecho de ser un material valorizable significa que tenga mercado o que represente una fuente de ingresos. En la tabla 5.24 se observa que la retribución por separar papel en 9 meses es muy poca y por lo tanto no viable para llevarlo a cabo con la primera modalidad.

2. La segunda modalidad abarca el pago por efecto de compra de materiales reciclable por kg., pero quien lo separa deberá trasladarse hasta el centro de acopio y entregarlos.



Para evaluar esta modalidad se requiere determinar la generación de residuos valorizables por familia (ver tabla 5.25); en promedio existen 4.7 habitantes por vivienda en el asentamiento.

Tabla 5.25 Generación de residuos valorizables por familia.

		Generación promedio al día		
		kg.	kg por hab.	Por familia
Cartón		2.16	0.0103	0.0482
Metales	Aluminio	0.20	0.001	0.0045
	Material ferroso	1.39	0.0066	0.0310
	Lata de otros metales	1.09	0.0052	0.0244
	Papel	3.62	0.0172	0.0806
PET		1.79	0.0085	0.0399
Tetrapack		0.54	0.0026	0.0121
Vidrio	De color	0.67	0.0032	0.0150
	Transparente	1.40	0.0066	0.0312

En la siguiente tabla se muestra el tiempo que tarda una familia en generar 1 kg. de cada material reciclable y el precio de compra por kg. (ver tabla 5.26).

Tabla 5.26 Tiempo en generar 1 kg de material reciclable por familia y su precio a la compra.

		Por familia al día	1 kg	Precio
		Kg	Días	kg
Cartón		0.0482	21	\$ ^{.40} - \$ ^{1.00}
Metales	Aluminio	0.0045	221	\$ ^{10.00}
	Material ferroso	0.0310	33	\$ ^{1.00} - \$ ^{1.50}
	Lata de otros metales	0.0244	42	\$ ^{1.00}
	Papel	0.0806	13	\$ ^{1.00} - \$ ^{1.40}
PET		0.0399	26	\$ ^{2.00}
Tetrapack		0.0121	83	\$ ^{0.50}
Vidrio	De color	0.0150	67	\$ ^{0.30}
	Transparente	0.0312	33	\$ ^{0.30}

Fuente: PUMA, 2009

Considerando que el pasaje de mayor costo en la Delegación Tlalpan es de \$4.⁵⁰. El costo de transportar el material reciclable del lugar de generación a un centro de acopio y el regreso es de \$9.⁰⁰, tomando en cuenta este dato se analiza lo siguiente:

En el caso del PET, tetrapack y vidrio en general se requiere un máximo de 83 días para obtener en total 7 kg: 3 kg. de PET, 2 kg. de vidrio transparente, 1 kg. de tetrapack y 1 kg. de vidrio de color, representando a cambio un pago de \$7.⁷⁰.

Al restar al valor de cambio el costo por transporte, \$7.⁷⁰ - \$9.⁰⁰, vemos que no representa ganancia alguna, por lo que dichos subproductos quedan descartados como elementos para su reciclaje.



En el caso del aluminio se requieren de 221 días para acumular 1 kg. de este material valorizable. A pesar de que su precio de cambio es de \$10.00, se corre el riesgo de que el precio a la compra del material cambie y disminuya drásticamente por el lapso largo de tiempo en que tarda en acumularse, por lo que se considera poco viable separar en largos periodos poca cantidad de este subproducto.

Analizando los subproductos valorizables restantes tenemos la siguiente tabla:

Tabla 5.27 Análisis económico de los residuos reutilizables generados por familia.

		1 kg por familia	Precio	42 días	42 días	Pasaje (ida y regreso)
		Días	kg	kg	\$	\$
Cartón	Material ferroso Lata de otros metales	21	\$.40 - \$1.00	2	\$0.40	
Metal		33	\$1.00 - \$1.50	1	\$1.00	
		42	\$1.00	1	\$1.00	
Papel		13	\$1.00 - \$1.40	3	\$3.00	
TOTAL				6 kg	\$5.40	\$9.00
PÉRDIDAS						=\$5.40-\$9.00= -\$3.60

Observamos que no es viable realizar la separación de los subproductos por familia en esta modalidad, ya que en vez de obtener ganancias representaría pérdidas.

En el caso de Xaxalipac, el almacenar residuos valorizables no representa un mercado viable y no por ello significa que el sistema implantado no sea sustentable, pues este se adecua a las necesidades de cada asentamiento. Cabe mencionar, que al llevar a cabo las compras inteligentes, los productos valorizables se incrementan y con ello su porcentaje de generación, lo que hace a largo plazo viable la opción de almacenarlos y comercializarlos.

En el caso particular de los residuos peligrosos, es necesario considerar que debido a sus características, una cantidad de éstos puede impactar negativamente al ambiente y que si son mezclados con los RSU incrementan la cantidad de residuos que deberán ser tratados con características de peligrosidad. Por lo que, independientemente del tratamiento y forma de disposición que se haga de los mismos, estos deberán ser separados *in situ* de los RSU.

Si bien esta tesis no trata a detalle el tema de los residuos sólidos peligrosos, si se recomienda que las pilas sean acumuladas y cuando los habitantes del asentamiento realicen sus compras y acudan a los centros comerciales, depositen estos residuos en los contenedores de manejo especial. El 23% de la población encuestada ya lleva a cabo esta actividad por lo que se propone, a través de las campañas informativas, invitar a seguir realizándolo y concientizar al resto de la población para que lo lleve a cabo.



CAPACIDAD	TIENDA	PRECIO
	Saniklin S.A. de C.V.	\$78.00
24 L	Wallmart Super Center	\$130.00
	Saniklin S.A. de C.V.	\$105.00

El 19.23% de los habitantes encuestados que no tienen la oportunidad de entregar sus residuos directamente al vehículo de recolección optan por dos actividades para deshacerse de ellos: llevar los residuos a los contenedores públicos ubicados en el km. 95 o arrojarlos a lotes baldíos. La situación se presenta cuando los usuarios no se encuentran en su domicilio en el momento en que el camión hace la recolección.

La propuesta consiste en colocar contenedores públicos de almacenamiento temporal para residuos orgánicos e inorgánicos generados en el asentamiento.

Para el cálculo de la capacidad de los contenedores se toman en cuenta los 56.65 kg./día de RSU generados en Xaxalipac y el tiempo que tarda el vehículo en pasar, una frecuencia de dos veces por semana; miércoles y domingos. Considerando el mayor lapso de tiempo, se tiene una generación de 226.61 kg. de RSU; es decir, 151.53 kg. de residuos inorgánicos y 75.07 kg. de residuos orgánicos en 4 días.

Los contenedores deberán tener una capacidad para 1631.91 L para residuos orgánicos y 808.51 L para residuos inorgánicos. Los costos de los contenedores para dicha capacidad varían, un costo aproximado es de \$2 000.00 por cada contenedor para residuos orgánicos de 400 L y contenedores de 1 000 L para residuos inorgánicos con un costo de \$2 428.50 cada uno (ver figura 5.29).



Fuente: Saniklin S.A. de C.V.

Figura 5.29 Contenedor para almacenamiento temporal

Se sugiere que todos los contenedores tengan tapa, ya que evita se generen malos olores y pueden ser colocados a la intemperie.

Para adquirir los cuatro contenedores, dos por tipo; inorgánicos y orgánicos, se recomienda la participación de todos los habitantes del asentamiento para que el costo de los contenedores no sea mayor a \$197.28 por vivienda.

Los contenedores deben ser colocados en puntos estratégicos. Para localizar la ubicación adecuada de los contenedores para todas las viviendas se obtiene el centro de gravedad, un punto céntrico de todas las casas, este centro de gravedad se localiza en la calle Esfuerzo (ver figura 5.30).



XAXALIPAC POL. 202
SAN MIGUEL TOPILEJO
 RESPONSABLE: JORGE FLORES
 FECHA: 19 FEBRERO 2010

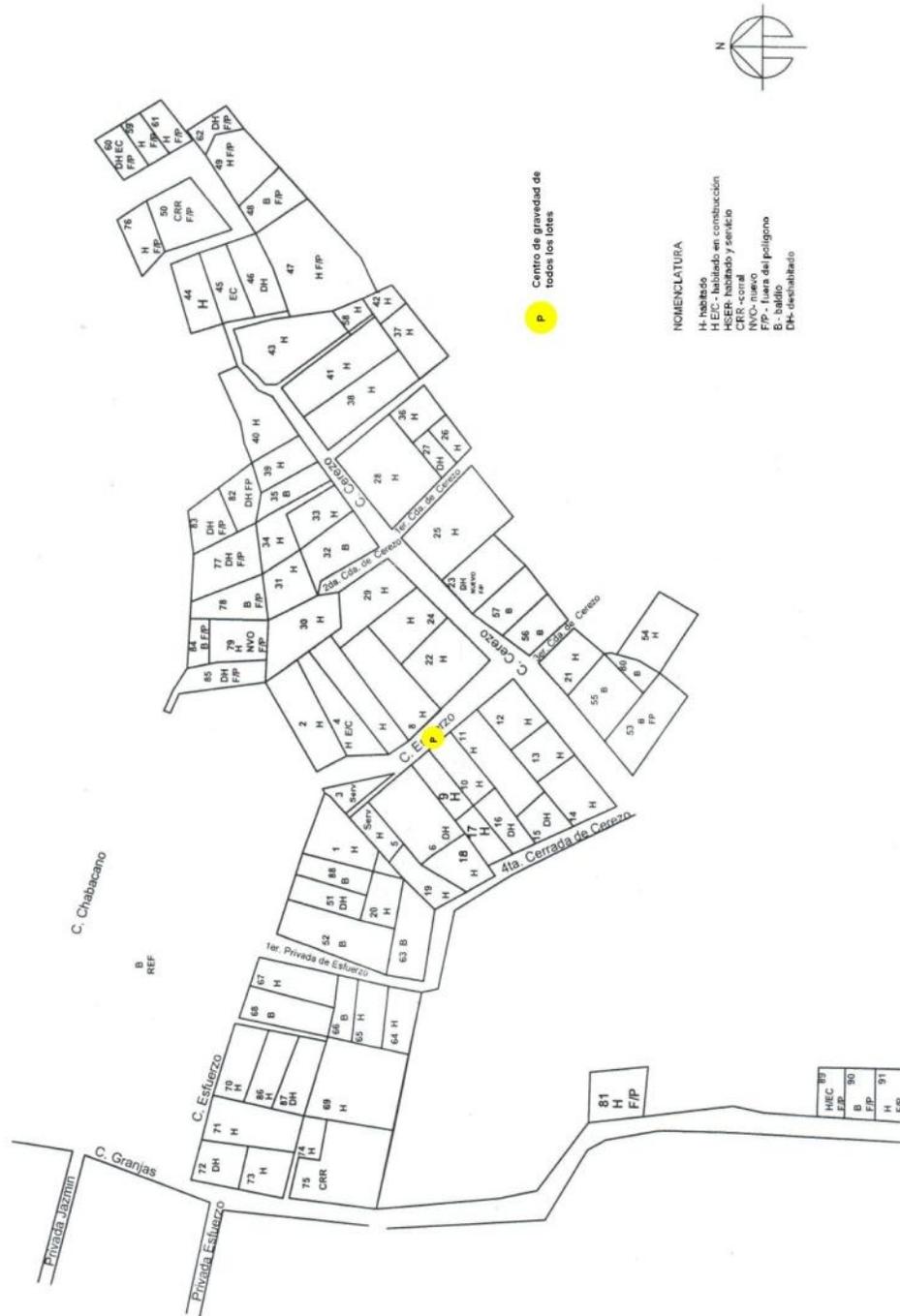


Figura 5.30 Centro de gravedad de todos los lotes habitados.

El centro de gravedad que se muestra en la figura 6.3 se encuentra alrededor de lotes habitados y sin espacio para instalar los contenedores de almacenamiento temporal, y en tal caso, afectaría la vialidad de la calle.



Dado lo anterior, se propone seccionar en dos partes al polígono 202 para obtener dos centros de gravedad (ver figura 5.31).

XAXALIPAC POL. 202
SAN MIGUEL TOPILEJO
 RESPONSABLE: JORGE FLORES
 FECHA: 19 FEBRERO 2010

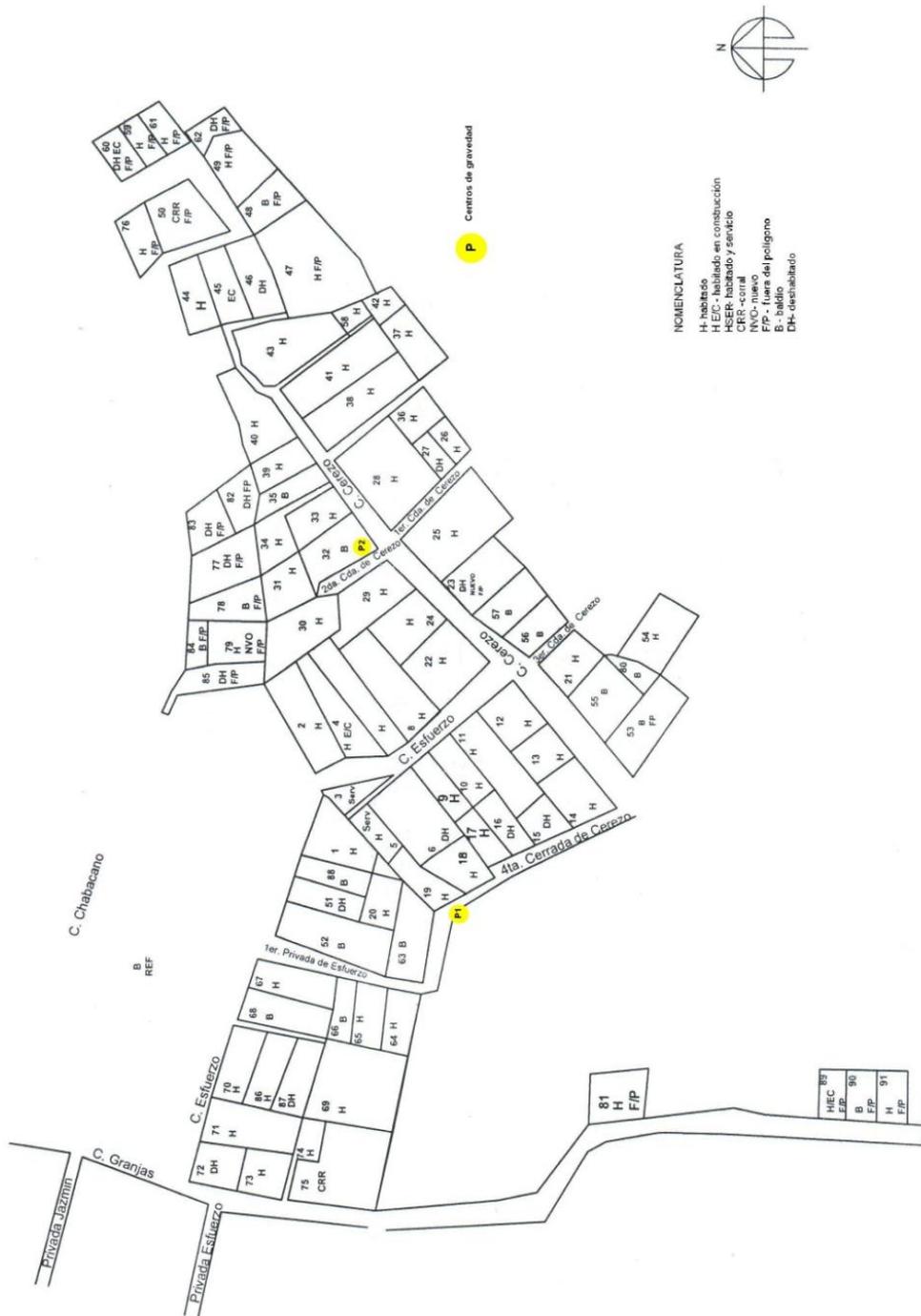


Figura 5.31 Centros de gravedad.



El centro de gravedad P1 se encuentra cercano a lotes baldíos y estos a su vez cercanos a la ruta de recolección de RSU, por lo que se considera adecuado ubicarlos en la esquina del lote baldío 52. El centro de gravedad P2 se ubica en un lote baldío y dentro de la ruta de recolección de residuos (ver capítulo 5, sección 5.5; selección y transporte), por lo que es viable considerarse estos espacios para la instalación de los contenedores de almacenamiento temporal.

La capacidad de los contenedores de almacenamiento temporal funciona para el peor escenario; el que nadie realizara el aprovechamiento de los residuos generados. El empleo de dichos contenedores en la viabilidad elimina el uso de lotes baldíos como tiraderos a cielo abierto y la generación de tiraderos clandestinos.

5.7.5 Recolección y transporte

El camión que actualmente brinda el servicio no cuenta con el mecanismo de recolección con separación, por lo que se requiere de un equipo que cuente con éste método y es responsabilidad de la Delegación Tlalpan llevarlo a cabo y capacitar al personal de recolección para este proceso. De esta manera los RSU en un futuro tendrán la posibilidad de reciclarse y ser tratados fácilmente

El sistema de recolección podría realizarse haciendo algunas modificaciones al sistema de recolección actual como:

- Informar a la población. Para modificar el sistema de recolección es necesario informar a la población, haciendo hincapié en los beneficios ambientales que se obtienen cuando existe un manejo adecuado de los RSU.
- Adquirir equipos. Para sustituir el vehículo actual se recomienda la adquisición de equipos especializados de recolección con sistema de compactación y residuos separados.
- Asignar y capacitar al personal. Consiste en informar sobre la manera adecuada de realizar el trabajo tomando en cuenta la seguridad personal y el cuidado de la unidad recolectora. El vehículo recolector debe (ProMaR, 2009):
 - Tener un operador para cada turno.
 - Contar con uno o dos ayudantes.
 - Transportar los residuos al sitio de disposición final.

Las distancias en el asentamiento no son muy grandes; sin embargo, los encharcamientos y la falta de pavimentación hacen que el recorrido implique un esfuerzo mayor.

Como la opción más idónea para el asentamiento y de acuerdo a un estudio realizado en un asentamiento similar a Xaxalipac, se recomienda mejorar la viabilidad de las calles a través del empedrado, ya que permite la filtración del agua al subsuelo. El costo por metro cuadrado varía, un aproximado es de \$122.¹⁴ (Infante, 2010).



Transferencia

Al tratarse de una comunidad pequeña no se requiere de una estación de transferencia en la zona. Los vehículos recolectores que dan servicio a Xaxalipac transfieren los residuos a la estación ubicada en el km. 5.5 de la carretera Picacho-Ajusco.

5.7.6 Tratamiento

Dentro del tratamiento de los RSU generados es posible identificar al sistema de composteo casero, un tratamiento posible a realizar y que además tiene la ventaja de reducir los costos de disposición final al reducir el volumen de residuos a disponer.

El composteo es una forma de manejo de residuos en donde los componentes orgánicos, de una manera controlada, son biológicamente descompuestos hasta convertirlos en un material húmico estable, el cual puede ser almacenado y manejado como abono orgánico o composta sin perjuicio para el ambiente (ProMaR, 2009).

El 76.92% de la población encuestada tiene animales y prefiere alimentarlos con los residuos orgánicos generados, cuando esto se lleva a cabo, del total de los residuos orgánicos generados, 33.13%, se reusan el 23.70% y lo restante puede utilizarse para compostar. Para ello se recomienda capacitar a los habitantes del asentamiento en cómo generar composta y proporcionar información de las ventajas que al llevarla a cabo ofrecen (ver tabla 5.30).

Tabla 5.30 Ventajas y desventajas del composteo.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Adiciona humus.	Para elaborar la composta se requiere separar in situ los residuos sólidos orgánicos generados.
Aumenta la presencia de lombrices, las cuales a su vez degradan la materia orgánica y dan mayor aireación al suelo.	
Remoción en muy alto porcentaje de microorganismos patógenos contenidos en los RSU.	Antes de la elaboración se requiere acondicionar –triturar- los residuos.
Reducción del espacio requerido para su almacenamiento temporal y disposición final.	
Degradación completa de los residuos orgánicos.	

Fuente: ProMaR, 2009

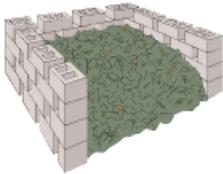
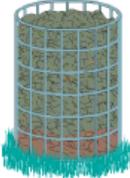
La composta in situ o casera puede ser aplicada en todos los domicilios y su forma de operación es totalmente manual.

El compostador es un recipiente que permite la circulación del aire en su interior, donde se depositan los residuos orgánicos generados que van a dar lugar a la composta. Su función es mantener el material ordenado y compacto, evitando que se desparrame y presentando al exterior un aspecto higiénico y agradable (Compost, s/f).



Un compostador casero es sencillo de construir con materiales como madera, ladrillos, mallas metálicas o tambos metálicos, creando diferentes compostadores como los siguientes:

Tabla 5.31 Compostadores de fabricación casera.

DE MADERA	BLOQUE DE OBRA	MALLA METÁLICA	TAMBO METÁLICO	CADENAS
				
En él se permite la aireación de la mezcla desde la base, la dimensión de las paredes es de 1 m por lado.	Es un compostador de gran durabilidad formado por tres paredes de ladrillo de un metro cada una. Para facilitar la entrada de aire se deja un espacio de un centímetro entre bloque y bloque.	La lámina metálica forma la pared de un cilindro y se fija al suelo mediante pequeños postes de madera.	El tambo debe ser agujerado en su base y su pared para permitir la aireación.	Se forman por 3 cubos de un metro cúbico de capacidad cada uno, los cuales albergan capas alternadas de materia orgánica y tierra. La carga de cada cubo se alterna cada mes, con la finalidad de que el proceso de transformación de residuos orgánicos a compostar se lleve a cabo completamente.

Fuente: Compost, s/f

El costo de estos dispositivos varía de acuerdo al costo de la mano de obra y los materiales, pero en general no rebasará los \$600.00 (PEMIC, 2002).

De esta manera, el uso de un fertilizante orgánico sustituye el empleo de fertilizantes químicos que contienen gran cantidad de nitratos y nitritos, que en combinación con el oxígeno de la materia orgánica forman óxido nítrico, N_2O , un gas de efecto invernadero.

Disposición final

Los residuos recolectados y después de pasar por la estación de transferencia se llevan a Bordo Poniente.

5.8 Elaboración de propuestas

Anteriormente se presentaron las propuestas de mejora para llevar a cabo un sistema GRSU en el asentamiento irregular Xaxalipac. Para cada una de ellas se evaluó la factibilidad económica, ambiental y social para su implementación.

La reducción de residuos depende del compromiso de las familias de realizar compras inteligentes y la conciencia que se adquiera de los problemas que sufre el medio ambiente.



La reutilización es una forma en que los habitantes del asentamiento hacen valer sus residuos y dependerá de ellos que se lleve a cabo, pues es responsabilidad de quien la genera hacerse cargo.

Para la separación domiciliar en almacenamiento in situ se deben generar hábitos de separar los residuos que se generan en el momento. En el apartado anterior, se hizo un estimado de la capacidad de los contenedores basada en la generación per cápita de los residuos tomando en cuenta el número de habitantes por vivienda y porcentaje de subproductos orgánicos e inorgánicos generados en el asentamiento. Sin embargo, éstas son variables de decisión que se deben definir para cada situación, pues existen familias que reutilizan sus residuos orgánicos como alimento para animales o para generar composta, lo que implica un contenedor de menor capacidad para residuos orgánicos. Finalmente, el volumen y la frecuencia de elaboración de composta dependen del tiempo disponible y el uso que se le dé conforme a las necesidades de cada vivienda.

Una de las limitantes a las cuales se enfrentó el sistema GRSU en Xaxalipac es el estudio para las propuestas de separación de materiales valorizables generados, ya que la generación de los mismos es menor y en caso de que se almacenaran por separado no generan ganancias. Dado que varias personas del asentamiento separan algunos productos como PET, cartón y papel, para después donarlos a quienes se encargan de acumularlos para su venta posterior como residuos reciclables, se considera adecuado que lo sigan llevando a cabo.

Actualmente, en Xaxalipac no se cuenta con contenedores para almacenamiento temporal sobre las vialidades generando tiraderos a cielo abierto en lotes baldíos. Al proponer instalar contenedores móviles, los habitantes disponen de ellos en todo momento en puntos donde el vehículo recolector de los residuos acostumbra detenerse y pueden depositar sus residuos cuando ellos lo deseen, sin necesidad de recorrer largas distancias o arrojarlos a terrenos baldíos, mejorando la imagen del asentamiento, procurando los suelos de conservación y mejorando la calidad de vida de los habitantes del asentamiento.

El camión no cuenta con el equipo necesario para la recolección separada de los residuos generados por lo que, además del costo de los contenedores, es necesario un camión recolector que permita recorrer las calles del asentamiento y recolectar los residuos en forma separada.

Para mejorar la viabilidad de las calles, dado que algunas son terracería, conviene poner empedrado, pues permite la accesibilidad a la zona, mejora la imagen del asentamiento, permite la filtración de lluvias al subsuelo y es el método más económico para llevarse a cabo según investigaciones anteriores realizadas a asentamientos irregulares de la Ciudad de México.

El costo total de aplicar todas las propuestas viables es de \$2640.⁵¹ el cual se desglosa en la siguiente tabla:



Tabla 5.32 Costo total aplicando todas las propuestas viables

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO POR FAMILIA
Capacitación y concientización	Reunión y expositor	\$1 050.00	Una reunión de 2 hr.	\$23.33
Reducción	Bolsas de tela		5	\$75.00
	Baterías		1 cargador y 4 baterías	\$680.00
	Esterilización		Por animal	\$700.00
Almacenamiento in situ	Contenedores		3 de capacidad: 12 L, 18 L Y 24 L	\$364.90
Almacenamiento temporal	Contenedores	\$8 857.00	4 de capacidad: 400 L y 1000 L	\$197.28
Tratamiento –composta-	Compostador		1	\$600
COSTO TOTAL				\$2640.51

El costo total puede variar, para este caso se tomaron en cuenta los precios más altos de los siguientes productos: bolsas de tela, baterías y contenedores para almacenamiento in situ.

Todas las propuestas aportan un beneficio social, económico y ambiental para poder implementar un sistema GRSU en el asentamiento, por lo que es necesario priorizar la implantación y continuidad a las mismas.

Es importante mencionar que en cualquier proyecto de ingeniería se requiere de supervisión y seguimiento de las propuestas sugeridas para mejorarlas y readaptarlas al avance que se tiene a lo largo del tiempo. En Xaxalipac, el seguimiento se requiere en los siguientes aspectos:

- Limpieza de contenedores.
- Satisfacción en el servicio que ofrecen los contenedores para almacenamiento temporal.
- Eficiencia en la separación, recolección y transporte de los RSU generados.
- Satisfacción de los habitantes.
- Generación de materiales valorizables.